



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
ФГБОУ ВО «ИГУ»  
**Кафедра полезных ископаемых**



УТВЕРЖДАЮ:

Декан геологического факультета

С.П. Прими́на

«23» марта 2023 г.

**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

Наименование дисциплины (модуля): *ЭЛК.ДВ.08.01 Изотопная геология*

Направление подготовки: *05.03.01 Геология*

Направленность (профиль) подготовки: *Геология*

Квалификация выпускника: *бакалавр*

Форма обучения: *очная*

Согласовано с УМК геологического  
факультета

Протокол № 3 от «23» марта 2023 г.

Председатель Летунов С.П. Летунов

Рекомендовано кафедрой:

Протокол № 6

от «17» марта 2023 г.

Зав. кафедрой Сасим С.А. Сасим

Иркутск 2023 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

I. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	3
II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО	3
III. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	3
IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	5
4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов	5
4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	6
4.3 Содержание учебного материала	7
4.3.1 Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ	7
4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы	7
4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)	9
V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	8
а) перечень литературы	8
б) периодические издания	8
в) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы	8
VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	8
6.1. Учебно-лабораторное оборудование	8
6.2. Программное обеспечение	9
6.3. Технические и электронные средства обучения	9
VII. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	9
VIII. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ	10
8.1. Оценочные материалы (ОМ)	10
8.1.1. Оценочные материалы для проверки текущей успеваемости	10
8.1.2 Оценочные материалы для промежуточной аттестации в форме зачета	13
Примерный перечень вопросов к зачету	13

## **I. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ):**

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

**Цель дисциплины** – 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.

## **II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО**

Учебная дисциплина (модуль) «Изотопная геология» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

Для изучения данной учебной дисциплины (модуля) необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами: *«Общая геология», «Химия», «Физика», «Минералогия», «Петрография», «Литология», «Методы исследования минерального вещества», «Геохимия», «Геохимические методы поисков месторождений полезных ископаемых», «Генетическая минералогия», «Палеоклиматические реконструкции».*

Знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной необходимы для подготовки и выполнения выпускной квалификационной работы.

## **III. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по данному направлению подготовки профиля «Геология»:

**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю),  
соотнесенных с индикаторами достижения компетенций**

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
<p>ПК-5 Способен самостоятельно или в составе коллектива обрабатывать и осуществлять интерпретацию геологических, геохимических и геофизических данных</p>	<p>ИДК<sub>ПК5.1</sub> Осуществляет сбор и структурирование геологической полевой и лабораторной информации</p>	<p><b>Знать:</b> объект и методы исследования изотопной геологии;</p> <p><b>Уметь:</b> пользоваться учебной и справочной геохимической литературой;</p> <p><b>Владеть:</b> принципами сбора и структурирования геологических материалов и данных для проведения дальнейших исследований</p>
	<p>ИДК<sub>ПК5.2</sub> Использует современные методы и технические средства для обработки и интерпретации геологических, геохимических и геофизических данных</p>	<p><b>Знать:</b> принципы использования стабильных и радиогенных изотопных систем в геологии.</p> <p><b>Уметь:</b> интерпретировать геохимическую и изотопную информацию;</p> <p><b>Владеть:</b> навыками обработки геохимических и изотопных данных; графическими методами построения геохимических и изотопных диаграмм.</p>
<p>ПК-6 Способен принимать участие в сопровождении прикладных научных исследований</p>	<p>ИДК<sub>ПК6.1</sub> Видит возможность проведения прикладных научных исследований при осуществлении разных видов геологических работ</p>	<p><b>Знать:</b> общетеоретические представления об изотопно-геохимических методах исследования.</p> <p><b>Уметь:</b> выбирать и применять методы изотопно-геохимических исследований для реконструкции физико-химических обстановок и возраста горных пород и образцов;</p> <p><b>Владеть:</b> навыками представления геохимических данных</p>

	<p>ИДК<sub>ПК6.2</sub>          Принимает участие в определенных видах прикладных научных исследований в области профессиональной деятельности</p>	<p><b>Знать:</b> области применения основных положений изотопной геологии</p> <p><b>Уметь:</b> строить и анализировать полученный материал в графической и табличной форме; на основе полученных данных делать выводы о датировках изучаемых объектов.</p> <p><b>Владеть:</b> принципами лабораторного исследования геохимических проб современными аналитическими методами.</p>
--	--	--

#### IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Объем дисциплины составляет 3 зачетные единицы, что соответствует 108 академическим часам, в том числе 4 часа на зачет.

Форма промежуточной аттестации: зачет.

##### 4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов

№ п/п	Раздел дисциплины/тема	Семестр	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, практическую подготовку и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости; форма промежуточной аттестации
					Контактная работа преподавателя с обучающимися			Самостоятельная работа + КСР	
					Лекции	Семинарские/практические/лабораторные занятия	Консультации		
1	Раздел 1. Введение	ВОСЬМОЙ	4		2	2		2	устный опрос
2	Раздел 2. Закон радиоактивного распада.		6		4	4		6	устный опрос / тестирование
3	Раздел 3. Rb-Sr метод определения возраста		12		4	4		8	устный опрос / тестирование
4	Раздел 4. Изотопная систематика двухкомпонентных смесей.		10		4	4		8	устный опрос / тестирование
5	Раздел 5. Sm-Nd метод определения возраста и изотопная геология Nd и Sr в породах.		4		8	8		8	устный опрос / тестирование
6	Раздел 6. U-Th-Pb метод определения возраста.		6		4	4		8	устный опрос / тестирование
7	Раздел 7. Стабильные изотопы.				4	4	1	6	устный опрос / тестирование
<b>Всего</b>			<b>108</b>	<b>0</b>	<b>28</b>	<b>28</b>	<b>1</b>	<b>46+1</b>	<b>зачет, 4 часа</b>

#### 4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения, № учебных недель учебному плану (КУГ)	Затраты времени (час)		
восьмой	Раздел 1. Предмет и истоки изотопной геологии. Методы изотопного анализа.	Работа с литературой, составление конспекта с выделением определений терминов	24-25	2	устный опрос	раздел Va, №1,2,3
	Раздел 2. Внутреннее строение атомов и закон радиоактивного распада.	Работа с литературой, составление конспекта с выделением определений терминов	26-27	6	устный опрос	раздел Va, №1,2,3
	Раздел 3. Rb-Sr метод определения возраста пород.	Работа с литературой, составление конспекта с выделением определений терминов	28-29	8	устный опрос	раздел Va, №1,2,3 раздел Vб
	Раздел 4. Изотопная систематика двухкомпонентных смесей.	Работа с литературой, составление конспекта с выделением определений терминов	30-31	8	устный опрос	раздел Va, №1,2,3 раздел Vб
	Раздел 5. Sm-Nd метод определения возраста и изотопная геология Nd и Sr в породах.	Работа с литературой, составление конспекта с выделением методов анализа и определений терминов	32-33	8	устный опрос	раздел Va, №1,2,3 раздел Vб
	Раздел 6. U-Th-Pb метод определения возраста.	Работа с литературой, составление конспекта с выделением определений терминов	34-35	8	устный опрос	раздел Va, №1,2,3 раздел Vб
	Раздел 7. Стабильные изотопы.	Работа с литературой, составление конспекта с выделением определений терминов	36-37	6	устный опрос	раздел Va, №1,2,3 раздел Vб
Общий объем самостоятельной работы по дисциплине (час)				46		

### 4.3 Содержание учебного материала

Раздел 1. Введение. 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.

Раздел 2. Внутреннее 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.

Раздел 3. 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.

Раздел 4. 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.

Раздел 5. 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.

Раздел 6. U-Th-Pb метод определения возраста. Геохимия урана и тория; ряды распада урана и тория; изотопные U-Th-Pb методы определения возраста, диаграмма с конкордией.

Раздел 7. Стабильные изотопы. Изотопы H, C, O, их фракционирование в природных процессах и применение в геологии.

#### 4.3.1 Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/п	№ Раздела и темы	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (час.)		Оценочные средства	Формируемые компетенции (индикаторы)*
			Всего часов	Из них практическая подготовка		
1	1	Предмет и истоки изотопной геологии. Методы изотопного анализа.	2	-	устный опрос	ИДК <sub>ПК5.1</sub> ИДК <sub>ПК5.2</sub>
2	2	Внутреннее строение атомов и закон радиоактивного распада.	4	-	устный опрос/ тестирование	ИДК <sub>ПК5.1</sub> ИДК <sub>ПК5.2</sub>
3	3	Rb-Sr метод определения возраста пород.	4	-	устный опрос/ тестирование	ИДК <sub>ПК6.1</sub> ИДК <sub>ПК6.2</sub>
4	4	Изотопная систематика двухкомпонентных смесей.	4	-	устный опрос / тестирование	ИДК <sub>ПК6.1</sub> ИДК <sub>ПК6.2</sub>
5	5	Sm-Nd метод определения возраста и изотопная геология Nd и Sr в породах.	6	-	устный опрос / тестирование	ИДК <sub>ПК6.1</sub> ИДК <sub>ПК6.2</sub>
6	6	U-Th-Pb метод определения возраста.	4	-	устный опрос / тестирование	ИДК <sub>ПК6.1</sub> ИДК <sub>ПК6.2</sub>
7	7	Стабильные изотопы.	4	-	устный опрос / тестирование	ИДК <sub>ПК6.1</sub> ИДК <sub>ПК6.2</sub>

#### 4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы

Для выполнения самостоятельной работы обучающийся должен получить в библиотеке рекомендуемую основную и дополнительную литературу, а также ознакомиться с возможностями доступа к периодическим изданиям. В процессе выполнения самостоятельной работы обучающийся должен строго следовать рекомендациям



преподавателя, который он формулирует в ходе освоения соответствующей темы в рамках работы на лекционных и практических занятиях. Важным аспектом самостоятельной работы является повторение геохимических терминов и понятий, закрепление навыков построения геохимических диаграмм, работы с геохимическими данными и их интерпретации.

#### **4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов): не предусмотрены**

### **V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

#### **а) перечень литературы**

1. 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)

2. Рассказов, Сергей Васильевич. Радиоизотопные методы хронологии геологических процессов [Текст] : учеб. пособие / С. В. Рассказов, И. С. Чувашова ; ред.: С. П. Примина, С. И. Дриль ; Иркутский гос. ун-т, Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Ин-т земной коры. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2012. - 300 с. : ил. ; 25 см. - Библиогр. в конце глав. - ISBN 978-5-9624-0689-3. - 12 экземпляров.

3. Яковлев Д.А., Радомская Т.А., Воронцов А.А., Будяк А.Е., Фёдоров А.М. Общая геохимия: учебное пособие. - Иркутск: Изд-во ИГУ, 2019. 301 с. (20. экз)

#### **б) периодические издания**

1. «Геохимия» – журнал Российской академии наук, доступ с компьютеров сети ИГУ через портал E-library: [https://elibrary.ru/title\\_about\\_new.asp?id=7767](https://elibrary.ru/title_about_new.asp?id=7767)

2. «Доклады академии наук» (до 2020 г.) «Доклады академии наук. Науки о Земле» (с 2020 г.) – журнал Российской академии наук, доступ с компьютеров сети ИГУ через портал E-library: [https://elibrary.ru/title\\_about\\_new.asp?id=71079](https://elibrary.ru/title_about_new.asp?id=71079)

3. «Contribution to Mineralogy and Petrology» – журнал издательства Springer, доступ с компьютеров сети ИГУ, электронная ссылка: <https://www.springer.com/journal/410>

#### **в) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

База данных составов основных геохимических резервуаров и коэффициентов распределения (EarthRef) <https://earthref.org/>

База данных GEOROC (Геохимия пород океанов и континентов) <http://georoc.mpch-mainz.gwdg.de/georoc/Start.asp>

### **VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

#### **6.1. Учебно-лабораторное оборудование:**

Лекционные и практические занятия проводятся в учебных аудиториях геологического факультета, укомплектованных необходимой учебной мебелью, в том числе парты для обучающихся, письменными досками для мела, рабочими столами и стульями для преподавателя, мультимедийным оборудованием (проектор, ноутбук, экран). Лекционные занятия проводятся с демонстрацией презентаций на мультимедийном оборудовании.

Для обеспечения практических занятий по дисциплине имеются:

Таблицы с аналитическими данными для построения различных геохимических диаграмм, графический и демонстрационный материал для соответствующих лекционных и практических занятий.

### **6.2. Программное обеспечение:**

Операционная система: Windows 8/10

Программные продукты Microsoft Office Professional Plus 2010/2013 (компоненты MS Excel, MS Word, MS Power Point), свободно-распространяемое профессиональное программное обеспечение IsoplotR.

### **6.3. Технические и электронные средства обучения:**

Процесс обучения характеризуется применением традиционных форм проведения лекционных и лабораторных занятий с использованием интерактивных ресурсов (презентаций, а также применения специализированного программного обеспечения) в ходе которых преподаватель выстраивает модель передачи информации, активизируя разные стороны восприятия материала со стороны обучающихся, в том числе за счёт периодического обсуждения подаваемого материала посредством дискуссий.

Дополнительные источники информации и ресурсы (презентации, учебная литература, ссылки на Интернет-ресурсы), выполнение и помощь в выполнении самостоятельной работы обучающихся, консультации и фиксация контроля текущей успеваемости обучающихся обеспечивается посредством электронно-информационной образовательной среды ИГУ, доступной на странице дисциплины ресурса <https://educa.isu.ru/>

## **VII. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

В рамках реализации дисциплины «Изотопная геология» предусмотрены следующие виды учебной работы: лекции, практические занятия, самостоятельная работа обучающихся, консультации.

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.

При проведении лекционных занятий преподаватель использует модель передачи информации посредством обзора современного состояния рассматриваемой проблемы с привлечением интерактивных инструментов, сочетающего такие образовательные технологии как проблемные и интегративные лекции с целью активизации у обучающихся анализа, синтеза, восприятия и понимания информации, выстраивания в ходе лекций элементов дискуссий и выработку интереса к теоретическому материалу.

Лабораторные занятия реализуются посредством обучения через опыт, активизацию командной работы обучающихся, развитие модели отстаивания своей позиции через обсуждение изученного материала.

Самостоятельная работа предусматривает повторение и углубление изученного материала в ходе лекций и лабораторных занятий. Она направлена на проработку информационных ресурсов (учебной, справочной и периодической литературы, Интернет-ресурсов) через проработку учебных и эталонных коллекций минералов, составление таблиц диагностических свойств минералов и обзорных конспектов, содержащих диагностические свойства минералов, особенности генезиса, определения терминов и критический анализ по конкретной изучаемой теме с высказыванием собственного суждения и аргументов.

## VIII. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 8.1. Оценочные материалы (ОМ)

Проверка текущей успеваемости проходит в рамках лекционных и лабораторных занятий в виде устных опросов, тестированию по пройденному материалу, а также по содержанию подготовленных конспектов в рамках самостоятельной работы обучающихся. Проведение промежуточной аттестации в форме зачета представляет собой итоговую проверку полученных знания через индивидуальное собеседование посредством ответа на вопрос из перечня вопросов к зачету.

Критерии получения отметки «зачтено» - при ответе на вопрос обучающийся хорошо ориентируется в терминологии, раскрывает его содержания. В ответах на вопрос обучающийся может делать ошибки, не влияющие в целом на раскрытие его содержания, При этом учитывается активность обучающегося в течение периода изучения дисциплины, ответы на вопросы текущей успеваемости, успешное преодоление тестирования.

Отметка «не зачтено» выставляется в случае отсутствия систематических знаний по дисциплине, что выражается в неспособности ответить на заданный вопрос, либо обучающийся дает ответ существенно искажающий суть затрагиваемой темы. При наличии ошибок в ответе на вопрос обучающийся показывает непонимание проблемы или процесса, что выражается в неполноте ответа. В таком случае, отсутствие или низкая активность обучающегося в течение теоретического обучения, выраженное в отрицательных показателях текущей успеваемости (регулярные пропуски лекционных и практических занятий или их большое количество, отсутствие ответов в рамках устных опросов) будет объективным показателем при оценке неудовлетворительной степени сформированности элементов компетенции и ее индикаторов, определенных в разделе III.

#### 8.1.1. Оценочные материалы для проверки текущей успеваемости

##### Материалы для проведения текущего контроля знаний студентов:

№ п/н	Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Компетенции (компоненты), которые контролируются
1	Устный опрос / тестирование	Раздел 1 (см. п.4.3)	ИДК <sub>ПК5.1</sub> ИДК <sub>ПК5.2</sub>
2	Устный опрос / тестирование	Раздел 2 (см. п.4.3)	ИДК <sub>ПК5.1</sub> ИДК <sub>ПК5.2</sub>
3	Устный опрос / тестирование	Раздел 3 (см. п.4.3)	ИДК <sub>ПК6.1</sub> ИДК <sub>ПК6.2</sub>
4	Устный опрос / тестирование	Раздел 4 (см. п.4.3)	ИДК <sub>ПК6.1</sub> ИДК <sub>ПК6.2</sub>
5	Устный опрос / тестирование	Раздел 5 (см. п.4.3)	ИДК <sub>ПК6.1</sub> ИДК <sub>ПК6.2</sub>
6	Устный опрос / тестирование	Раздел 6 (см. п.4.3)	ИДК <sub>ПК6.1</sub> ИДК <sub>ПК6.2</sub>
7	Устный опрос / тестирование	Раздел 7 (см. п.4.3)	ИДК <sub>ПК6.1</sub> ИДК <sub>ПК6.2</sub>

**Вопросы для подготовки к устным опросам при проведении проверки текущей успеваемости**

1. Назовите элементарные частицы, из которых состоят атомы элементов.
2. Что такое радиоактивность и закон радиоактивного распада?
3. Какие типы радиоактивного излучения Вы знаете?
4. Что такое изотопы?
5. Что такое атомная масса?
6. Назовите важнейшие задачи изотопной геологии.
7. Назовите основные системы масс-спектрометров и охарактеризуйте их назначение.
8. Дайте характеристику различным масс-спектрометрам
9. Назовите элементарные частицы, имеющие отношение к обсуждению проблем изотопной геологии.
10. Что такое диаграмма нуклидов?
11. Назовите единицы измерения соотношения количеств природных изотопов одного элемента.
12. Объясните парадокс дефекта масс нуклидов.
13. Дайте характеристику изотопам, изобарам и изотонам.
14. Назовите основные методы изотопной геохронологии.
15. От чего зависит стабильность нуклидов?
16. Уравнение определения возраста геологических объектов.
17. Что такое фракционирование стабильных изотопов?

**Демонстрационный вариант теста для проведения проверки текущей успеваемости**

1. Изотопы это:
  - А. Ядра атомов одного химического элемента с одинаковым количеством протонов, но разным количеством нейтронов
  - Б. Ядра атомов с одинаковым количеством нейтронов, но разным количеством протонов
  - В. Ядра атомов с одинаковым массовым числом, но разным количеством протонов и нейтронов
2. Стабильные изотопы стронция включают в себя:
  - А.  $^{81}\text{Sr}$ ,  $^{83}\text{Sr}$
  - Б.  $^{84}\text{Sr}$ ,  $^{86}\text{Sr}$ ,  $^{87}\text{Sr}$ ,  $^{88}\text{Sr}$
  - В.  $^{85}\text{Sr}$ ,  $^{89}\text{Sr}$ ,  $^{90}\text{Sr}$
3. В Солнечной системе большее распространение имеют элементы:
  - А. С четным порядковым номером
  - Б. С нечетным порядковым номером
4. Rb-Sr метод изотопного датирования основан на:
  - А. Радиоактивном распаде  $^{87}\text{Rb}$  и его превращении в  $^{87}\text{Sr}$
  - Б. Радиоактивном распаде  $^{88}\text{Sr}$
5. Какой вид радиоактивного распада характерен для  $^{87}\text{Rb}$ ?
  - А.  $\alpha$ -распад
  - Б.  $\beta$ -распад
  - В.  $\gamma$ -распад
6. С помощью какого прибора измеряют изотопные отношения в образцах?
  - А. Микрозонд

- Б. Масс-спектрометр
- В. Электронный микроскоп

7. Космогенные радионуклиды включают в себя:

- А.  $^{14}\text{C}$ ,  $^{26}\text{Al}$ ,  $^{10}\text{Be}$
- Б.  $^{87}\text{Rb}$ ,  $^{147}\text{Sm}$
- В.  $^{235}\text{U}$ ,  $^{238}\text{U}$ ,  $^{232}\text{Th}$

8. При радиоактивном распаде  $^{147}\text{Sm}$  происходит образование:

- А.  $^{147}\text{Eu}$  и  $\beta$ -частицы
- Б.  $^{143}\text{Nd}$  и  $\alpha$ -частицы
- В. Радиоактивный распад  $^{147}\text{Sm}$  не происходит

9. При радиоактивном распаде  $^{238}\text{U}$  происходит образование:

- А.  $^{206}\text{Pb}$
- Б.  $^{87}\text{Sr}$
- В.  $^{40}\text{Ar}$

10. Изотопы, образующиеся в результате радиоактивного распада, называются

- А. Материнские
- Б. Родительские
- В. Дочерние

### 8.1.2 Оценочные материалы для промежуточной аттестации в форме зачета Перечень вопросов и заданий к зачету

#### Примерный перечень вопросов к зачету:

1. Предмет и истоки изотопной геологии.
2. Основы масс-спектрометрического анализа.
3. Возраст Земли и накопление знаний о нем.
4. История развития изотопной геологии как самостоятельного раздела наук о Земле и методов исследования.
5. Внутренне строение атомов и закон радиоактивного распада.
6. Систематика ядер: изотопы, изотоны, изобары; атомная масса; стабильность ядер и распространенность изотопов; законы радиоактивного распада и накопления.
7. Распад радиоактивного родительского нуклида до стабильного дочернего нуклида.
8. Rb-Sr метод определения возраста пород.
9. Геохимия Rb и Sr.
10. Датирование рубидийсодержащих минералов в магматических горных породах.
11. Датирование магматических пород Rb-Sr методом.
12. Датирование метаморфических пород Rb-Sr методом.
13. Химические составы двухкомпонентных смесей.
14. Sm-Nd метод определения возраста.
15. Изотопная эволюция Nd.
16. Определение возраста магматических пород Sm-Nd методом.
17. Определение возраста метаморфических пород Sm-Nd методом.
18. U-Th-Pb метод определения возраста.
19. Диаграммы с конкордией для U-Pb изотопной системы.
20. Фракционирование стабильных изотопов O в геологических процессах.
21. Фракционирование стабильных изотопов H в геологических процессах.
22. Фракционирование стабильных изотопов C в геологических процессах.

**Разработчик:**

Доцент,  
канд. геол.-минерал. наук

  
\_\_\_\_\_

В.А. Беляев

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 05.03.01 Геология, утвержденного приказом №925 Минобрнауки России от 07.08.2020 г.

Программа рассмотрена на заседании кафедры полезных ископаемых.

Протокол № 6 от «17» марта 2023 г.

Зав. кафедрой  С.А. Сасим

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