



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

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП  
Геология

Оводова Е.В.

(подпись) (Ф.И.О. рук. ОП)

«03» декабря 2019 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующий кафедрой  
Геологии, геофизики и геоэкологии  
(название кафедры)

Зиников А.В.

(подпись) (Ф.И.О. зав. каф.)

«03» декабря 2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Изотопная геология

**Направление подготовки 05.03.01 Геология**

Профиль «Геология»

**Форма подготовки очная**

курс 3 семестр 6

лекции 18 час.

практические занятия 36 час.

лабораторные работы \_\_\_\_\_ час.

в том числе с использованием МАО лек. \_\_\_\_\_ / пр. 18 / лаб. \_\_\_\_\_ час.

всего часов аудиторной нагрузки 54 час.

в том числе с использованием МАО 18 час.

самостоятельная работа 90 час.

в том числе на подготовку к экзамену 36 час.

контрольные работы (количество)

курсовая работа / курсовой проект \_\_\_\_\_ семестр

зачет \_\_\_\_\_ семестр

экзамен 6 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта, самостоятельно устанавливаемого ДВФУ, утвержденного приказом ректора от 04.04.2016 №12-13-592

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры геологии, геофизики и геоэкологии протокол № 4 от «03» декабря 2019 г.

Заведующий кафедрой геологии, геофизики и геоэкологии Зиников А.В.

Составитель: Г.М. Вовна

## Оборотная сторона титульного листа

### **I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20 г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (и.о. фамилия)

Изменений нет.

### **II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 200 г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (и.о. фамилия)

## ABSTRACT

**Bachelor's degree in specialty 05.03.01 Geology.**

**Study profile "Geology"**

**Course title: Lithology**

**Basic part of Block 1, The variable part, Required courses, 4 credits**

**Instructor: G. M. Vovna.**

**At the beginning of the course a student should be able to:**

SPC -2. The ability to obtain geological information, to use scientific-research activity skills in field and laboratory geological investigations (in accordance with the direction (profile) training);

SPC -4. Readiness to apply in practice basic General professional knowledge and skills of field geological, geophysical, geochemical, hydrogeo-logical, oil and gas and ecological-geological works at the solution of production tasks (according to the orientation (profile) of the grocery-riata program).

SPC -2. The ability to obtain geological information, to use scientific-research activity skills in field and laboratory geological investigations (in accordance with the direction (profile) training);

SPC -2. The ability to obtain geological information, to use scientific-research activity skills in field and laboratory geological investigations (in accordance with the direction (profile) training);

SPC -4. Readiness to apply in practice basic General professional knowledge and skills of field geological, geophysical, geochemical, hydrogeo-logical, oil and gas and ecological-geological works at the solution of production tasks (according to the orientation (profile) of the grocery-riata program).

**Learning outcomes:**

SGC-3, the ability to use in professional activities the basic knowledge of mathematics and natural Sciences;

SPC -1, the ability to use knowledge in the field of Geology, Geophysics, Geochemistry, hydrogeology and engineering Geology, Geology and Geochemistry of fossil fuels, paleontology, stratigraphy, environmental Geology to solve research problems (in accordance with the direction (profile) of preparation);

SPC-5: willingness to work on modern field and laboratory geological, geophysical, geochemical instruments, plant and equipment (in accordance with the direction (profile) bachelor program) publications.

**Course description:** The purpose of the discipline "Isotope Geology" is to familiarize students with the theoretical foundations and methods of isotope Geology as a science, the forms of presence and migration of chemical elements and their isotopes in geological objects, so that they can correctly interpret the results of isotope-geochemical and geochronological studies and apply them to solve specific geological problems (Dating of geological objects, reconstruction of the evolution and Genesis of magmatic, metamorphic and sedimentary rocks).

**Main course literature:**

1. Isotopic Geology: Textbook / Yapaskurt O. V., 2nd ed., pererab. I DOP. - M.: SIC INFRA-M, 2016. - 359 s access Mode:<http://znanium.com/bookread2.php?book=511233>
2. Gurov Yu. b. Spectroscopy of superheavy hydrogen isotopes: textbook / Gurov Yu., Chernyshev B. A.-M.: MEPhI, 2010. - 60 p. access Mode: <http://znanium.com/bookread2.php?book=562761>
3. Ezhova A.V. Isotope Geology: textbook for applied bachelor / A.V. Ezhova; national research Tomsk poly-technical University. Moscow: Yurayt, 2016. 101 PP. Access mode:[http://lib.dvfu.ru:8080/search/query?match\\_1=MUST&field\\_1&term\\_1=%D0%9B%D0%B8%D1%82%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F&sort=dateNewest&theme=FEFU](http://lib.dvfu.ru:8080/search/query?match_1=MUST&field_1&term_1=%D0%9B%D0%B8%D1%82%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F&sort=dateNewest&theme=FEFU) (1 экз.)

**orm of final control:** exam

## **Аннотация дисциплины «Изотопная геология»**

Учебная дисциплина «Изотопная геология» разработана для студентов направления подготовки 05.03.01 «Геология», профиль «Геология», и проводится в 6-м семестре 3-го курса.

Дисциплина входит в состав обязательных дисциплин вариативной части блока 1 Дисциплины (модули) учебного плана (индекс Б1.В.04). Трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 академических часа, в том числе: 18 часов лекций, 36 часов практических занятий, 90 часов самостоятельной работы ( в том числе 36 часов на подготовку к экзамену).

Дисциплина связана с такими дисциплинами как «Минералогия», «Кристаллография» и «Геохимия». Курс охватывает общие представления о теоретических основах геохимии изотопов, применяемых в ней аналитических методах, основных методах изотопной геохронологии и изотопной геологии.

**Цель дисциплины «Изотопная геология»** – 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 и геохронологических исследований и применять их для решения конкретных геологических задач (датирования геологических объектов, реконструкции эволюции и генезиса магматических, метаморфических и осадочных горных пород).

### **Задачи дисциплины:**

- изучение теоретических основ определения возраста минералов и пород с помощью следующих методов изотопной геохронологии: K-Ar, Rb-Sr, Sm-Nd, U-Th-Pb;
- изучение аналитических методов изотопной геологии и геохронологии;
- изучение теоретических основ геохимического поведения изотопов, использования изотопов как естественных «меченых атомов» при природных процессах; практических основ масс-спектрометрии и интерпретации геологического смысла экспериментально полученных изотопных данных;

- изучение методики анализа изотопного состава химических элементов для реконструкции физико-химических параметров геологических процессов, задач прикладной геологии и металлогении.

Для успешного изучения дисциплины «Изотопная геология» у обучающихся должны быть частично сформированы следующие предварительные компетенции, полученные при изучении дисциплин: «Физика», «Химия», «Минералогия», «Кристаллография» и «Геохимия»:

- ОПК-2, владение представлениями о современной научной картине мира на основе знаний основных положений философии, базовых законов и методов естественных наук;

- ОПК-3, способность использовать в профессиональной деятельности базовые знания математики и естественных наук;

- ПК-1, способность использовать знания в области геологии, геофизики, геохимии, гидрогеологии и инженерной геологии, геологии и геохимии горючих ископаемых, палеонтологии, стратиграфии, экологической геологии для решения научно-исследовательских задач (в соответствии с направленностью (профилем) подготовки);

- ПК-2, способность самостоятельно получать геологическую информацию, использовать в научно-исследовательской деятельности навыки полевых и лабораторных геологических исследований (в соответствии с направленностью (профилем) подготовки);

- ПК-4, Готовность применять на практике базовые общепрофессиональные знания и навыки полевых геологических, геофизических, геохимических, гидрогеологических, нефтегазовых и эколого-геологических работ при решении производственных задач (в соответствии с направленностью (профилем) программы бакалавриата) (частично).

В результате изучения дисциплины «Изотопная геология» у обучающихся формируются следующие общепрофессиональные и профессиональные компетенции (элементы компетенций):

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОПК-3, способность использовать в профессиональной деятельности базовые знания	Знает	Терминологию геохимической области. Порядок и сущность классификации элементов

математики и естественных наук	Умеет	Применять геохимические методы исследования для выполнения задач геологии, геофизики, петрологии, гидрогеологии и инженерной геологии, геологии и геохимии горючих ископаемых, экологической геологии
	Владеет	Геологическими методами проведения работ для решения геохимических научно-исследовательских прикладных задач.
<b>ПК-1</b> , способность использовать знания в области геологии, геофизики, геохимии, гидрогеологии и инженерной геологии, геологии и геохимии горючих ископаемых, палеонтологии, стратиграфии, экологической геологии для решения научно-исследовательских задач (в соответствии с направленностью (профилем) подготовки)	Знает	Направления исследований в геологии, геофизике, геохимии, гидрогеологии и инженерной геологии, геологии и геохимии горючих ископаемых, палеонтологии, стратиграфии, экологической геологии
	Умеет	Использовать знания в области геологии, геофизики, геохимии, гидрогеологии и инженерной геологии, геологии и геохимии горючих ископаемых, палеонтологии, стратиграфии, экологической геологии для решения научно-исследовательских задач
	Владеет	Методикой решения научно-исследовательских задач изотопной геологии для нужд геологии, геофизики, геохимии, гидрогеологии и инженерной геологии, геологии и геохимии горючих ископаемых, палеонтологии, стратиграфии, экологической геологии
<b>ПК-5</b> , готовность к работе на современных полевых и лабораторных геологических, геофизических, геохимических приборах, установках и оборудовании (в соответствии с направленностью (профилем) программы бакалавриата)	Знает	Современные полевые и лабораторные геологические, геофизические, геохимические приборы, установки и оборудование
	Умеет	Работать на современных полевых и лабораторных геологических, геофизических, геохимических приборах, установках и оборудовании
	Владеет	Методикой использования современных полевых и лабораторных геологических, геофизических, геохимических приборов, установок и оборудования в целях исследования горных пород и проведения петрографических исследований.

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Изотопная геология» применяются следующие методы активного и интерактивного обучения: метод активного проблемно-ситуационного анализа, презентации, круглый стол.

# **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА (18 часов)**

## **Раздел I. Общетеоретические положения изотопной геологии (6 час.)**

Тема 1. Основные принципы изотопной геохронологии. Понятие долгоживущих радиоактивных изотопов с точки зрения наук о Земле. (2 час.)

Цели и задачи. Изучить зависимость свойств элементов от строения электронных орбит. Изучить распределение химических элементов на стабильные и радиоактивные изотопы. На основе изученных данных осознать закон радиоактивного распада.

Тема 2. Интерпретация геохронологических данных. Оценка скоростей геологических процессов. Возраст Земли, Луны и метеоритов. (2 час.)

Цели и задачи. Изучить закономерности диффузии химических элементов и их изотопов в геологических объектах. Познакомиться с современными данными мировых геохронологических лабораторий по геохронологии различных геологических объектов Земли, Луны и разнообразных метеоритов.

Тема 3. Основы изотопной масс-спектрометрии (2 час.).

Цели и задачи. Изучить две основные задачи, решаемые с помощью масс-спектрометров в изотопной геохронологии: исследование изотопного состава и определение элементных концентраций в геологических объектах.

## **Раздел II. Характеристика основных видов геохронологического изотопного анализа (12 час.)**

Тема 1. К-Ar изотопный метод датирования. Область применения и ограничения метода. Распространенность калия в породах и минералах. (2 час.)

Цели и задачи. Изучить использование метода для широкого круга калийсодержащих минералов, в частности слюд, полевых шпатов, амфиболов, и для всей шкалы геологического времени от неоген–четвертичных образцов до архейских. Проследить развитие классического К-Ar метода до нейтронно-активационного варианта, в котором измеренный возраст определяется отношением  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ , а не отношением  $^{40}\text{Ar}/^{40}\text{K}$ , как в стандартной методике. Эта модификация метода содержит некоторый внутренний контроль за геохимической замкнутостью К-Ar изотопной системы.



Тема 2. Изохронный Rb-Sr метод датирования. Области применения и ограничения. (2 час.)

Цели и задачи. Выявить генетическую связь метода с K-Ar методом. Изучить Rb-Sr метод в отношении проб пород в целом (валовых проб). Выяснить, что в большинстве случаев Rb-Sr система валовых проб может оказаться замкнутой, даже если Rb-Sr системы минералов не отвечают этому требованию из-за воздействия наложенных процессов. Изучить, как, по мере роста аналитических возможностей, с появлением масс-спектрометров нового поколения, расширяется и круг объектов, датировемых Rb-Sr методом. Исследовать использование Rb-Sr метода при датировании рудных процессов обуславливается присутствием в рудном парагенезисе минералов, применяемых в Rb-Sr геохронологии.

Тема 3. Изохронный Sm-Nd метод датирования. Области применения и ограничения. (2 час.)

Цели и задачи. Изучить два принципиальных отличия Sm-Nd метода от Rb-Sr. Первое заключается в большой схожести геохимических свойств Sm и Nd, в результате чего Sm/Nd отношение в породах и минералах варьирует достаточно слабо. Второе отличие связано с тем, что Sm-Nd метод, в силу характера распределения этих элементов в породах и минералах, в основном, применяется к датированию основных пород. Выявить, что Sm-Nd метод дополняет Rb-Sr, который, как правило, используется при датировании пород кислого состава.

Тема 4. U-Th-Pb метод изотопной геохронологии. Построение конкордии и дискордии. (2 час.)

Цели и задачи. Изучить наиболее широко используемые для целей геохронологии во всем диапазоне геологического времени акцессорные урансодержащие минералы. Выявить преимущество уран-торий-свинцового метода по сравнению с другими изотопными методами. Исследовать применение локального U-Th-Pb метода по цирконам.

Тема 5. Роль изотопной геологии в решении глобальных геохронологических задач современной геологии. (2 час.)

Цели и задачи. Изучение мировых разнообразных, в том числе, весьма тонких геохронологических методик, реализующие практически все современные теоретические научные разработки в этой области. Изучение методов ин-

терпретации непосредственного датирования магматических и метаморфических пород, осадочных толщ, рудного вещества и полигенных- полиметаморфических пород. Уметь корректно поставить изотопно-геохронологические исследования для конкретного геологического объекта.

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

(36 часов в том числе 18 часов с использованием методов активного обучения, включающие «Круглые столы» и «Семинары-обсуждения»)

**Занятие 1.** Расчет задач по лабораторным данным K-Ar метода по превращению радиоактивного изотопа  $^{40}\text{K}$  в  $^{40}\text{Ar}$ , и линии распада  $^{40}\text{K}$  в  $^{40}\text{Ca}$ . Знакомство с нейтронно-активационным вариантом, в котором измеренный возраст определяется отношением  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ , расчет модельного возраста. Анализ характера искажений аргонового «плато» для заключения о возрасте наложенных метаморфических процессов. (6 час.)

**Занятие 2.** Изучение методики анализа Rb-Sr и Sm-Nd систем пород и минералов с применением метода изотопного разбавления (ID) для определения концентраций рубидия, стронция, самария и неодима. Методика выделения самария и неодима для изотопного анализа в две ступени. Расчет коррекции на изотопное фракционирование неодима. Расчет нормализованных отношений и приведение их к значению  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd} = 0.511860$  в международном изотопном стандарте La Jolla. Вычисление погрешностей определения содержаний Rb, Sr, Sm, Nd. (6 час.)

**Занятие 3.** Методика построения изохронных зависимостей и вычисление возраста исследованных пород, а также первичного отношения  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  и параметра  $\epsilon_{\text{Nd}}$  по программе ISOPLOT. Расчет соответствия полученных точек единой прямой путем определения параметра СКВО (4 час.)

**Занятие 4.** Построение графиков изохроны для аналитических данных по Rb-Sr изотопной системе. Вычисление пересечения изохронны с ординатой ( $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ) в точке, которая характеризует первичное отношение изотопов Sr, интерпретация источника материала исследуемого объекта. Изучение методи-

ки отбора серии валовых проб, которые должны заметно различаться содержанием Rb, с использованием радиометрических (например, гамма- спектрометрических полевых определений содержания K) (4 час.)

**Занятие 5.** Изучение построения изохронного графика в координатах  $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$  (горизонтальная ось) -  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$  (вертикальная ось). Изучение условий изохронной модели и критерия достоверности получаемых результатов. Изучение основных сложностей в Sm-Nd методе, связанных с возможной негомогенностью исследуемой серии проб по первичному отношению  $(^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd})_0$  либо в результате контаминации, либо - негомогенности расплава. Определение при изучении Sm-Nd систем различных пород предполагаемое время отделения их протолита от деплетированной мантии, т.н. T(DM), в данной породе по измеренному изотопному составу современного и первичного неодима ( $\epsilon_{\text{Nd}}$ ). (4 час.)

**Занятие 6.** Расчеты аппроксимационной модели изотопной эволюции Nd на Земле, называемой CHUR (chondritic uniform reservoir = однородный хондритовый резервуар). Определение достоверности определения возраста Sm-Nd, как и при использовании Rb-Sr метода, нахождением точек минералов на изохроне для валовых проб, их сопоставление с результатами других методов. (4 час.)

**Занятие 7.** Расчеты аналитических результатов уран-торий-свинцового метода для определения значения возраста исследуемого образца по четырем изотопным отношениям, три из которых являются независимыми. Обсуждение понятий дискордантности и конкордантности при построении графиков геохронологических исследований. Изучение особенностей акцессорные урансодержащих минералов: монацит, циркон для кислых пород, сфен, ортит, пироксен, апатит для метаморфических пород, для основных пород - бадделеит и перовскит. (4 час.)

**Занятие 8.** Изучение метода U-Pb локального датирования по урансодержащим минералам, методика массового анализ в микрообъеме твердого образца. Изучение принципа работы установки SHRIMP-II, представляющей собой

ионный микрозонд, состыкованный на выходе с масс-спектрометром высокого разрешения. Изучение метода ионного микрозондирования. Обсуждение ограничений на возможность датировать данное конкретное зерно минерала естественным образом вытекающее как из аппаратурных, так и природных факторов, влияющих на качество конечного результата. Изучение характеристик возрастного стандарта циркона TEMORA из лейкогаббро Middledale (4час.)

Методы активного обучения «Круглый стол» и «семинар-обсуждение» проводятся по каждой теме практической части курса. Студентам предлагается разделиться на несколько групп. Каждая группа разрабатывает самостоятельную систему обсуждения вопросов по теоретической части курса и презентует ее всей группе. Во время презентации группы выступающим задаются уточняющие вопросы. Преподаватель отслеживает ход работы, уточняет информацию и вносит правки.

Методы активного обучения «Круглый стол» и «семинар-обсуждение» проводятся по каждой теме практической части курса. Студентам предлагается разделиться на несколько групп. Каждая группа разрабатывает самостоятельную систему обсуждения вопросов по теоретической части курса и презентует ее всей группе. Во время презентации группы выступающим задаются уточняющие вопросы. Преподаватель отслеживает ход работы, уточняет информацию и вносит правки.

### **III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Изотопная геология» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение каждого задания;

характеристику заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;

требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

#### IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

Оценка успеваемости бакалавров осуществляется по результатам:

- устного опроса при сдаче выполненных индивидуальных заданий;
- выполненных тестовых заданий;
- выполненных контрольных работ;
- во время экзамена. Экзаменационные билеты включают 2 теоретических вопроса.

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Общетеоретические положения изотопной геологии	ОПК-3	знает	УО-1 Собеседование	Вопросы к экзамену №1-№16
			умеет	ПР-1 (Тест № 1) Пр-2. Контрольная работа 1	
			владеет		
2	Характеристика К-Аг изотопной системы	ПК-1. ПК-5	знает	УО-1 Собеседование	Вопросы к экзамену №17-№20
			умеет	ПР-1 (Тест № 2)	
			владеет	ПР-2. Контрольная работа 2	
3	Характеристика Rb-Sr изотопной системы	ПК-1. ПК-5	знает	УО-1 Собеседование	Вопросы к экзамену №21-№26
			умеет	ПР-1 (Тест №2)	
			владеет	ПР-2. Контрольная работа 3	
4	Характеристика Sm-Nd изотопной системы	ПК-1. ПК-5	знает	УО-1 Собеседование	Вопросы к экзамену №27-№30
			умеет	ПР-1	
			владеет	ПР-2. Контрольная работа 4,5	
5	Характеристика	ПК-1. ПК-5	знает	УО-1 Собеседование	Вопросы к экзамену №31-

	U-Th-Pb изотопной системы			е	№ 36
			умеет	ПР-1	
			владеет	ПР-2. Контрольная работа 6	
6	Решение геохронологичес ких задач современной геологии	ПК-1. ПК-5	знает	УО-1 Собеседовани е	Вопросы к экзамену №37- № 38
			умеет	Контрольная работа 7	
			владеет		

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.

## **V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература**

1. Изотопная геология: Учебник/Япаскурт О.В., 2-е изд., перераб. и доп. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 359 с Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=511233>

2. Гуров Ю. Б. Спектроскопия сверхтяжелых изотопов водорода: Учебное пособие / Гуров Ю., Чернышев Б.А. - М.:НИЯУ "МИФИ", 2010. – 60 с. Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=562761>

3. Ежова А.В. Изотопная геология : учебное пособие для прикладного бакалавриата / А. В. Ежова ; Национальный исследовательский Томский политехнический университет. Москва : Юрайт, 2016. 101 с.

Режим доступа: [http://lib.dvfu.ru:8080/search/query?match\\_1=MUST&field\\_1&term\\_1=%D0%9B%D0%B8%D1%82%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F&sort=dateNewest&theme=FEFU](http://lib.dvfu.ru:8080/search/query?match_1=MUST&field_1&term_1=%D0%9B%D0%B8%D1%82%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F&sort=dateNewest&theme=FEFU) (1 экз.)

### **Дополнительная литература**

4. 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>

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

6. Киреев С.В. Оптические методы детектирования долгоживущих изотопов йода: Монография / Киреев С.В., Шнырев С.Л. - М.:НИЯУ "МИФИ", 2010. – 284 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=563150>



## Нормативно-правовые материалы

1. ГОСТ 32723 — 2014. Определение минералого-петрографического состава. Москва Стандартинформ 2014. Режим доступа: [http://www.euro-test.ru/Pub.Lib/Normativ\\_docs/GOST32723.pdf...](http://www.euro-test.ru/Pub.Lib/Normativ_docs/GOST32723.pdf...)

## Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Информационные справочные системы, возможности которых студенты могут свободно использовать:

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](http://www.biblioclub.ru)
6. Неофициальный сервер геологического факультета МГУ <http://window.edu.ru/resource/795/4795>
7. Российская национальная библиотека - [www.nnir.ru](http://www.nnir.ru)
8. Национальная электронная библиотека - [www.nns.ru](http://www.nns.ru)
9. Российская государственная библиотека - [www.rsi.ru](http://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;

Разведка и охрана недр

### **Перечень информационных технологий и программного обеспечения**

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине «Изотопная геология» основным инструментарием является персональный компьютер с широким спектром стандартных программных продуктов - (Excel, Word, Power Point).

Программное обеспечение, доступное студентам для выполнения задания по дисциплине, а также для организации самостоятельной работы:

Место расположения компьютерной техники, на котором установлено программное обеспечение, количество рабочих мест	Перечень программного обеспечения
Компьютерный класс инженерной школы, Ауд. Е301, 15	– Microsoft Office Professional Plus 2016 – офисный пакет, включающий программное обеспечение для работы с различными типами документов; - приложение Microsoft Power Point для подготовки слайдов к демонстрации докладов с помощью видеосистем; – 7Zip 9.20 - свободный файловый архиватор с высокой степенью сжатия данных; – ABBYY FineReader 11 - программа для оптического распознавания символов; – Adobe Acrobat XI Pro – пакет программ для создания и просмотра электронных публикаций в формате PDF; – AutoCAD Electrical 2015 Language Pack – English -

	трёхмерная система автоматизированного проектирования и черчения; – MATLAB R2016a - пакет прикладных программ для решения задач технических вычислений и одноимённый язык программирования, используемый в этом пакете – CorelDRAW – для подготовки рисунков к отчетам.
--	---

## **VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рекомендации по организации и планированию времени: изучения дисциплины «Изотопная геология» включают,

- прослушивание лекционного материала (18 час.);
- выполнение практических занятий (36 час.).

Методы активного обучения «Круглый стол» и «семинар-обсуждение» проводятся по каждой теме практической части курса. Студентам предлагается разделиться на несколько групп. Каждая группа разрабатывает самостоятельную систему обсуждения вопросов по теоретической части курса и презентует ее всей группе. Во время презентации группы выступающим задаются уточняющие вопросы. Преподаватель отслеживает ход работы, уточняет информацию и вносит правки.

**Структура и содержание работ (18 часов)** с использованием методов активного обучения, включающие «Круглые столы» и «Семинары-обсуждения»)

Примерная тематика вопросов, выносимых на обсуждение (подлежит регулярному обновлению).

## **VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **VIII.**

Для проведения исследований осадочных горных пород, связанных с выполнением заданий по дисциплине «Изотопная геология», а также для

организации самостоятельной работы студентам доступно следующее лабораторное оборудование и специализированный кабинет Е-503, соответствующий действующим санитарным и противопожарным нормам, а также требованиям техники безопасности при проведении учебных и научно-производственных работ:

<b>Наименование оборудованных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Перечень основного оборудования</b>
Лаборатория микроскопии ауд. Е 503	Эталонная учебная коллекция осадочных горных пород Микроскопы для работы в проходящем свете, Микроскопы бинокулярные для работы в отраженном свете. Магнитные стрелки
Компьютерный класс, Ауд. Е301	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
Читальные залы Научной библиотеки ДВФУ с открытым доступом к фонду (корпус А - уровень 10)	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.
Мультимедийная аудитория Е-503	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)



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

---

---

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ  
по дисциплине «Изотопная геология»  
Направление подготовки 05.03.01 Геология  
профиль «Геология»  
Форма подготовки очная**

**Владивосток  
2020**

## План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

Самостоятельная работа студента представляет собой процесс целенаправленного активного приобретения студентом новых знаний и умений без непосредственного участия преподавателя.

Возможности самостоятельного изучения студентами данного курса обусловлены, в частности, наличием доступной студентам современной научно-технической литературы по изучаемому курсу, обширной коллекцией горных пород и шлифотеклой.

Самостоятельный контроль усвоения знаний в процессе самостоятельной работы по изучению курса «Изотопная геология» студенты могут осуществлять путем ответов на вопросы в предлагаемых учебных пособиях и учебно-методических разработках.

## План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Время на выполнение	Форма контроля
1.	1-13 недели	Работа с литературой. Подготовка докладов и презентаций к ним. Участие в дискуссиях во время проведения диспутов при использовании МАО. Примерная тематика (предусматривается ежегодное обновление): 1. Стабильные и радиоактивные изотопы. Закон радиоактивного распада. 2. Основные принципы изотопной геохронологии 3. Интерпретация геохронологических данных	14 час.	Собеседование  Доклад, презентация
2.	3-14	Практические занятия, решение задач с использованием аналитических данных по K-Ar, Rb-Sr, Sm-Nd, U-Th-Pb методам. Изучение принципа работы масс-спектрометров. Построение изохронных графиков, вычисление конкордий и дискордий. Изучение габитуса и характеристик цирконов в бинокуляре, по атласам и периодическим статьям специальных журналов.	30 час.	Фотографии, зарисовки, чертежи графиков.
3.	4-18 недели	Подготовка отчетов по темам практических занятий	10 час.	Отчет о выполнении ПР в электронной форме

## **Рекомендации по самостоятельной работе студентов**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов включает изучение материалов лекций, подготовка к практическим занятиям и отчетам по их результатам их выполнения (смотри пример выполнения отчета), подготовка к контролирующим тестам, контрольным работам, подготовка к экзамену.

### **Методические указания к пункту 1 плана-графика СРС «Работа с литературой и подготовка презентаций»**

Цель научиться обобщать литературные данные и в сжатой форме преподавать основные полученные результаты.

Основные требования:

Работа с литературой включает знакомство с основными и дополнительными источниками. В результате собеседования преподаватель выясняет глубину проработки материала и оценивает работу в соответствии с критериями оценки (см. ниже).

Подготовка презентаций осуществляется в соответствии с планом графиком. Каждая тема должна быть раскрыта, в ней необходимо осветить актуальность, цели и задачи проведенного исследования, приведены региональные примеры, выполнено заключение и приведены основные использованные источники, включая литературные и электронные данные с соответствующими ссылками.

Студент (по согласованию с преподавателем) представляет либо доклад с соответствующей презентацией, подготовленной в программе PowerPoint, включающей не менее 10-12 слайдов. Группа студентов участвует в общей дискуссии и последующем обсуждении рассматриваемой темы.

Критерии оценки.

Оценка выполняется по двухбалльной системе (1 – выполнено, 0 – не выполнено).

**Методические указания к пункту 2 плана-графика СРС**  
**«Практические занятия, работа с аналитическими данными»**

Цель научиться обобщать литературные и аналитические данные и в сжатой форме преподносить основные полученные результаты.

Изучение магматических горных пород и урансодержащих минералов сопровождается описанием их основных свойств в краткой форме: состав, структурно-текстурные особенности, условия образования, возможность проведения геохронологических исследований.

Во время выполнения самостоятельной работы студент обрабатывает полученные при исследовании аналитические данные, макро- и микрофотографии и готовит их к размещению в отчете по выполнению практического занятия.

Оценка выполняется по двухбалльной системе (1 – выполнено, 0 – не выполнено).

**Методические указания к пункту 3 плана-графика СРС**  
**«Подготовка отчета по выполнению практической работы»**

Выполненные задания во время практических работ в лаборатории микроскопии по определению горных пород необходимо подготовить к сдаче в электронной форме в виде отчета (пример его выполнения помещен ниже), в котором должны входить все выполненные задания. Предварительно по электронной почте отчет отправляется для согласования преподавателю.

Критерии оценки.

Оценка для вынесения в систему БРС выполняется по четырехбалльной системе (3 – отлично, 2 – хорошо, 1 – удовлетворительно, 0 - не удовлетворительно).





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

---

**НАЗВАНИЕ ШКОЛЫ (ФИЛИАЛА)**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
**по дисциплине «Изотопная геология»**  
**Направление подготовки 05.03.01 Геология**  
**профиль «Геология»**  
**Форма подготовки очная**

**Владивосток**  
**2020**

## Паспорт ФОС

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
<p><b>ОПК-3</b>, способность использовать в профессиональной деятельности базовые знания математики и естественных наук</p>	Знает	Терминологию геохимической области. Порядок и сущность классификации элементов
	Умеет	Применять геохимические методы исследования для выполнения задач геологии, геофизики, петрологии, гидрогеологии и инженерной геологии, геологии и геохимии горючих ископаемых, экологической геологии
	Владеет	Геологическими методами проведения работ для решения геохимических научно-исследовательских прикладных задач.
<p><b>ПК-1</b>, способность использовать знания в области геологии, геофизики, геохимии, гидрогеологии и инженерной геологии, геологии и геохимии горючих ископаемых, палеонтологии, стратиграфии, экологической геологии для решения научно-исследовательских задач (в соответствии с направленностью (профилем) подготовки)</p>	Знает	Направления исследований в геологии, геофизике, геохимии, гидрогеологии и инженерной геологии, геологии и геохимии горючих ископаемых, палеонтологии, стратиграфии, экологической геологии
	Умеет	Использовать знания в области геологии, геофизики, геохимии, гидрогеологии и инженерной геологии, геологии и геохимии горючих ископаемых, палеонтологии, стратиграфии, экологической геологии для решения научно-исследовательских задач
	Владеет	Методикой решения научно-исследовательских задач изотопной геологии для нужд геологии, геофизики, геохимии, гидрогеологии и инженерной геологии, геологии и геохимии горючих ископаемых, палеонтологии, стратиграфии, экологической геологии
<p><b>ПК-5</b>, готовность к работе на современных полевых и лабораторных геологических, геофизических, геохимических приборах, установках и оборудовании (в соответствии с направленностью (профилем) программы бакалавриата)</p>	Знает	Современные полевые и лабораторные геологические, геофизические, геохимические приборы, установки и оборудование
	Умеет	Работать на современных полевых и лабораторных геологических, геофизических, геохимических приборах, установках и оборудовании
	Владеет	Методикой использования современных полевых и лабораторных геологических, геофизических, геохимических приборов, установок и оборудования в целях исследования горных пород и проведения петрографических исследований.

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Общетеоретические положения изотопной геологии	ОПК-3	знает	УО-1 Собеседование	Вопросы к экзамену №1-№16
			умеет	ПР-1 (Тест № 1) Пр-2. Контрольная работа 1	
			владеет		
2	Характеристика К-Ar изотопной системы	ПК-1. ПК-5	знает	УО-1 Собеседование	Вопросы к экзамену №17-№20
			умеет	ПР-1 (Тест № 2)	
			владеет	ПР-2. Контрольная работа 2	
3	Характеристика Rb-Sr изотопной системы	ПК-1. ПК-5	знает	УО-1 Собеседование	Вопросы к экзамену №21-№26
			умеет	ПР-1 (Тест №2)	
			владеет	ПР-2. Контрольная работа 3	
4	Характеристика Sm-Nd изотопной системы	ПК-1. ПК-5	знает	УО-1 Собеседование	Вопросы к экзамену №27-№30
			умеет	ПР-1	
			владеет	ПР-2. Контрольная работа 4,5	
5	Характеристика U-Th-Pb изотопной системы	ПК-1. ПК-5	знает	УО-1 Собеседование	Вопросы к экзамену №31-№36
			умеет	ПР-1	
			владеет	ПР-2. Контрольная работа 6	
6	Решение геохронологических задач современной геологии	ПК-1. ПК-5	знает	УО-1 Собеседование	Вопросы к экзамену №37-№38
			умеет	Контрольная работа 7	
			владеет		

## Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели
<p><b>ОПК-3, способность использовать в профессиональной деятельности базовые знания математики и естественных наук</b></p>	<p>знает (пороговый уровень)</p>	<p>Терминологию геохимической области. Порядок и сущность классификации элементов</p>	<p>знание значительной части терминологии изотопной геологии</p>	<p>- способность определить необходимость проведения изотопных исследований</p>
			<p>знание микроскопических методов изотопной геологии</p>	<p>- способность раскрыть суть методов изотопных исследований; - способность самостоятельно сформулировать тему и составить план проведения изотопных исследований; - способность обосновать актуальность исследований; - способность перечислить источники информации по изотопной геологии</p>
	<p>умеет (продвинутый)</p>	<p>Применять геохимические методы исследования для выполнения задач геологии, геофизики, петрологии, гидрогеологии и инженерной геологии, геологии и геохимии горючих ископаемых, экологической геологии</p>	<p>Осознанность выполнения действий с основными изотопными исследованиями горных пород в профессиональной геологической деятельности.</p>	<p>способность осознанно работать с данными изотопных исследований; - способность осознанно найти труды по изотопной геологии и обосновать объективность применения полученных результатов научных исследований в качестве доказательства или опровержения исследовательских аргументов; - способность осознанно применять методы изотопных исследований для нестандартного решения геологических задач - способность осознанно проводить оценку изотопного состава горных пород; - способность осознанно использовать изотопный анализ для определения строения земной коры</p>
<p>владеет (высокий)</p>	<p>Геологическими методами проведения работ для решения геохимических научно-исследовательских прикладных задач.</p>	<p>Самостоятельное владение номенклатурой изотопной геологии, владение способностью сформулировать задание по изотопным исследованиям, чёткое понимание требований, предъявляемых к содержанию и последовательности методам исследования в изотопной геологии, владение навыком</p>	<p>- способность самостоятельно бегло и точно применять терминологический аппарат изотопных исследований в устных ответах на вопросы и в письменных работах, - способность самостоятельно сформулировать задание по исследованию в области изотопной геологии; - способность самостоятельно проводить изотопные исследования и представлять их результаты на обсуждение на круглых столах, семинарах, научных конференциях. - самостоятельно координировать</p>	

			использования основных изотопных данных в геологической деятельности	и регулировать проведение изотопных исследований
<p><b>ПК-1</b>, способность использовать знания в области геологии, геофизики, геохимии, гидрогеологии и инженерной геологии, геологии и геохимии горючих ископаемых, палеонтологии, стратиграфии, экологической геологии для решения научно-исследовательских задач (в соответствии с направленно-стью (профилем) подготовки)</p>	<p>знает (пороговый уровень)</p>	<p>Направления исследований в геологии, геофизике, геохимии, гидрогеологии и инженерной геологии, геологии и геохимии горючих ископаемых, палеонтологии, стратиграфии, экологической геологии</p>	<p>Выполнение действий по определению типов изотопов (умения) в незнакомой региональной ситуации</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- способность привлечь к исследованиям определенный тип изотопных исследований;</li> <li>- способность перечислить виды изотопов и их характеристики;</li> <li>- способность охарактеризовать применение определенных типов изотопов для исследований генетических особенностей</li> </ul>
			<p>Выполнение действий по применению методов изотопного анализа (умения) в незнакомой региональной ситуации</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- способность применить методы изотопных исследований,</li> <li>- способность описать схему последовательности применения изотопного анализа</li> </ul>
	<p>умеет (продвинутый)</p>	<p>Использовать знания в области геологии, геофизики, геохимии, гидрогеологии и инженерной геологии, геологии и геохимии горючих ископаемых, палеонтологии, стратиграфии, экологической геологии для решения научно-исследовательских задач</p>	<p>Осознанность выполнения действия (умения)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- способность работать с данными изотопных исследований;</li> <li>- способность найти труды по изотопной геологии и обосновать объективность применения изученных результатов научных исследований в качестве доказательства или опровержения исследовательских аргументов;</li> <li>- способность применять методы изотопных исследований для нестандартного решения геологических задач</li> <li>- способность осознанно проводить оценку изотопного состава осадочных горных пород;</li> <li>- способность на основе изотопного анализа осознанно проанализировать генетические особенности месторождений полезных ископаемых;</li> <li>- способность на основе изотопного анализа осознанно определить строение и минеральный состав земной коры</li> </ul>

	владеет (высокий)	Методикой решения научно-исследовательских задач изотопной геологии для нужд геологии, геофизики, геохимии, гидрогеологии и инженерной геологии, геологии и геохимии горючих ископаемых, палеонтологии, стратиграфии, экологической геологии	Степень самостоятельности выполнения действий в области изотопного анализа	<ul style="list-style-type: none"> <li>- способность самостоятельно применять терминологический аппарат изотопной геологии в устных ответах на вопросы и в письменных работах,</li> <li>- способность проводить самостоятельные исследования и представлять их результаты на обсуждениях на круглых столах, семинарах, научных конференциях.</li> <li>способность самостоятельно использовать оценку изотопного состава осадочных горных пород, их морфологические особенности и генетическую связь с месторождениями полезных ископаемых.</li> </ul>
<b>ПК-5</b> , готовность к работе на современных полевых и лабораторных геологических, геофизических, геохимических приборах, установках и оборудовании (в соответствии с направленностью (профилем) программы бакалавриата)	знает (пороговый уровень)	Современные полевые и лабораторные геологические, геофизические, геохимические приборы, установки и оборудование	Особенности выполнения действий на современном лабораторном оборудовании	<ul style="list-style-type: none"> <li>- способность применить методы изотопных исследований,</li> <li>- способность описать схему последовательности применения фациального анализа</li> </ul>
	умеет (продвинутый)	Работать на современных полевых и лабораторных геологических, геофизических, геохимических приборах, установках и оборудовании	Осознанность выполнения действия на современном лабораторном оборудовании	<ul style="list-style-type: none"> <li>- способность работать с данными, изотопных исследований;</li> <li>- способность найти труды по изотопной геологии для применения результатов научных исследований в качестве доказательства или опровержения исследовательских аргументов;</li> <li>- способность применять методы изотопных исследований для нестандартного решения геологических задач</li> <li>- способность осознанно применять изотонный анализ;</li> <li>- способность осознанно проанализировать генетические особенности месторождений полезных ископаемых;</li> <li>- способность осознанно определить строение и минеральный состав земной коры</li> </ul>
	владеет (высокий)	Методикой использования современных полевых и лабораторных геологических, геофизических, геохимических приборов, уста-	Степень самостоятельности выполнения действий в области использования современного лабораторного оборудования	<ul style="list-style-type: none"> <li>- способность самостоятельно применять терминологический аппарат в области изотопной геологии,</li> <li>- способность проводить самостоятельные исследования и представлять их результаты на обсуждениях на круглых столах, семинарах, научных конференциях.</li> <li>способность самостоятельно ис-</li> </ul>

		новок и оборудования в целях исследования горных пород и проведения петрографических исследований.		пользовать оценку изотопного состава.
--	--	--	--	---------------------------------------

## **Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины**

Оценивание результатов освоения дисциплины «Изотопная геология» осуществляется осуществляются методами промежуточной (проведение экзамена) и текущей аттестаций.

### **Принцип составления экзаменационного билета**

Билет включает два вопроса, охватывающих основные разделы преподаваемой дисциплины, что позволяет максимально полно оценить остаточные знания студента.

Критерии оценки к экзамену: «отлично» - ответ на все вопросы билета и один дополнительный; «хорошо» - ответ на два вопроса и один дополнительный; «удовлетворительно» - ответ на один вопрос и один дополнительный;

### **Оценочные средства для промежуточной аттестации**

#### **Перечень типовых вопросов к экзамену:**

1. Строение и свойства атомов.
2. Периодическая система химических элементов. Основные понятия и закономерности
3. Зависимость свойств элементов от строения электронных орбит.
4. Причины вариаций изотопного состава элементов в природе.
5. Стабильные и радиоактивные изотопы
6. Закон радиоактивного распада.
7. Основоположники радиоизотопных методов датирования
8. Основные принципы изотопной геохронологии.
9. Понятие долгоживущих радиоактивных изотопов с точки зрения наук о Земле.
10. Интерпретация геохронологических данных.
11. Оценка скоростей геологических процессов.



12. Возраст Земли и метеоритов.
13. Закономерности диффузии химических элементов и их изотопов в геологических объектах.
14. Основы изотопной масс-спектрометрии.
15. Основные виды масс-спектрометров, применяемых в современном изотопном анализе, их сходство и различие.
16. Две основные задачи, решаемые с помощью масс-спектрометров в изотопной геохронологии: исследование изотопного состава и определение элементных концентраций.
17. K-Ar изотопный метод датирования.
18. Область применения и ограничения K-Ar метода.
19. Распространенность калия в породах и минералах.
20. Нейтронно-активационный вариант K-Ar метода.
21. Изохронный Rb-Sr метод датирования.
22. Области применения и ограничения Rb-Sr метода.
23. Устойчивость и механизмы нарушения Rb-Sr системы пород и минералов.
24. Способы представления Rb-Sr изотопных данных. Изохронные модели.
25. Причины и характер вариаций изотопного состава стронция в природе.
26. Оценки Rb/Sr отношения в однородном резервуаре (UR) и реальной примитивной мантии.
27. Изохронный Sm-Nd метод датирования.
28. Области применения и ограничения Sm-Nd метода
29. Причины и характер вариаций изотопного состава неодима в природе.
30. Модельный возраст в Sm-Nd системе. Принципы расчёта, геологический смысл.
31. U-Th-Pb метод изотопной геохронологии.
32. Построение диаграмм с конкордией и дискордией.

33. Основные урансодержащие минералы, используемые при датировании U-Th-Pb методом
34. Локальный U-Th-Pb изотопный анализ по цирконам в изотопной геохронологии.
35. Применение циркона для датирования геологических процессов.
36. Устойчивость циркона и причины нарушения U-Pb системы.
37. Причины изотопной гетерогенности мантии Земли
38. Роль изотопной геологии в решении глобальных геохронологических задач современной геологии.

### **Оценочные средства для текущей аттестации**

К типовым оценочным средствам для текущей аттестации относятся собеседование (оценка выполняется по двухбалльной системе (1 – выполнено, 0 – не выполнено), контрольные работы и тесты. Их оценка для вынесения в систему БРС выполняется по четырехбалльной системе (3 – отлично, 2 – хорошо, 1 – удовлетворительно, 0 - не удовлетворительно). Чтобы получить оценку 3, необходимо ответить правильно на 10 вопросов, 2 – 9 и 1 – 8 правильных ответов.