

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Геолого-географический факультет

УТВЕРЖДАЮ:  
Декан

  
П. А. Тишин



«30» июня 2022 г.

**Фонд оценочных средств  
по дисциплине**

**ГЕОХИМИЯ ИЗОТОПОВ**

Направление подготовки  
**05.04.01 Геология**

Направленность (профиль) подготовки:  
**«Эволюция Земли: геологические процессы и полезные ископаемые»**

Фонд оценочных средств соответствует ОС НИ ТГУ по направлению подготовки 05.04.01 Геология, учебному плану направления подготовки 05.04.01 Геология, направленности (профиля) «Эволюция Земли: геологические процессы и полезные ископаемые» и рабочей программе по данной дисциплине.

Полный фонд оценочных средств по дисциплине хранится на кафедре петрографии.

Разработчики ФОС:


Гертнер Игорь Федорович, кандидат геолого-минералогических наук, доцент, кафедра петрографии ГГФ НИ ТГУ.

Крылова Вера Алексеевна, ассистент кафедры петрографии ГГФ НИ ТГУ.

Экспертиза фонда оценочных средств проведена учебно-методической комиссией факультета, протокол № 6 от 24.06.2022 г.

Руководитель ОПОП

«Эволюция Земли: геологические процессы  
и полезные ископаемые»

 П.А. Тишин

## 1 Компетенции и результаты обучения, формируемые в результате освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-1 Способен использовать теоретические основы специальных и новых разделов геологических наук при решении задач профессиональной деятельности

ОПК-2 Способен самостоятельно формулировать цели исследований, устанавливать последовательность решения профессиональных задач;

ПК-1 Способен решать стандартные и нестандартные задачи профессиональной деятельности с использованием современных информационных технологий, в т.ч. ГИС- и ГГИС-технологий.

Таблица 1 – Уровни освоения компетенций и критерии их оценивания

Компетенция	Индикатор компетенции	Результаты освоения дисциплины	Критерии оценивания результатов обучения			
			Допороговый	Пороговый	Достаточный	Повышенный
ОПК-1	ИОПК-1.1	Свободно ориентируется в источниках информации по геологическим наукам (рецензируемые научные журналы, геологические фонды, интернет-ресурсы профессиональных сообществ и официальных геологических организаций, и др.)	Отсутствие умений свободно ориентироваться в источниках информации по геологическим наукам (рецензируемые научные журналы, геологические фонды, интернет-ресурсы профессиональных сообществ и официальных геологических организаций)	Общие, но не структурированные умения свободно ориентироваться в источниках информации по геологическим наукам (рецензируемые научные журналы, геологические фонды, интернет-ресурсы профессиональных сообществ и официальных геологических организаций)	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы умения свободно ориентироваться в источниках информации по геологическим наукам (рецензируемые научные журналы, геологические фонды, интернет-ресурсы профессиональных сообществ и официальных геологических организаций, и др.)	Сформированное умение свободно ориентироваться в источниках информации по геологическим наукам (рецензируемые научные журналы, геологические фонды, интернет-ресурсы профессиональных сообществ и официальных геологических организаций, и др.)
ОПК-2	ИОПК-2.2	Устанавливает комплекс методов исследования, в т.ч. из различных областей, и технологию их проведения в зависимости от типов задач профессиональной деятельности	Отсутствие умений устанавливать комплекс методов исследования, в т.ч. из различных областей, и технологию их проведения в зависимости от типов задач профессиональной деятельности	Общие, но не структурированные умения устанавливать комплекс методов исследования, в т.ч. из различных областей, и технологию их проведения в зависимости от типов задач профессиональной деятельности	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы умения устанавливать комплекс методов исследования, в т.ч. из различных областей, и технологию их проведения в зависимости от типов задач профессиональной деятельности	Сформированное умение устанавливать комплекс методов исследования, в т.ч. из различных областей, и технологию их проведения в зависимости от типов задач профессиональной деятельности

ПК-1	ИПК-1.1	Определяет необходимые характеристики геологических объектов и процессов для формирования концептуальной модели в рамках решения задач профессиональной деятельности	Отсутствие умений определять необходимые характеристики геологических объектов и процессов для формирования концептуальной модели в рамках решения задач профессиональной деятельности	Общие, но не структурированные умения определять необходимые характеристики геологических объектов и процессов для формирования концептуальной модели в рамках решения задач профессиональной деятельности	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы умения определять необходимые характеристики геологических объектов и процессов для формирования концептуальной модели в рамках решения задач профессиональной деятельности	Сформированное умение определять необходимые характеристики геологических объектов и процессов для формирования концептуальной модели в рамках решения задач профессиональной деятельности
------	---------	--	--	--	---	--

## 2 Этапы формирования компетенции в курсе и виды оценочных средств

№	Раздел дисциплины	Результаты освоения дисциплины	Оценочные средства
1	Тема 1. Основные понятия и методы исследования	ИОПК-1.1	Устный опрос
2	Тема 2. Внутренне строение атомов и механизмы распада их нестабильных изотопов	ИОПК-1.1	Устный опрос
3	Тема 3. Изотопный состав геосфер и диагностика источников вещества	ИОПК-1.1	Устный опрос
4	Тема 4. Поведение стабильных изотопов в минералообразующих процессах	ИОПК-1.1	Устный опрос
5	Тема 5. Методы современных изотопных исследований в отдельных минеральных зернах (лазерная абляция, SRIMP и др.)	ИОПК-1.1	Устный опрос
6	Тема 6. Методика интерпретации Sm-Nd и Rb-Sr изотопных данных на основе программного продукта «Isoplot», оценка модельного возраста исследуемых кристаллических комплексов	ИОПК-1.1, ИОПК-2.2 ИПК-1.1	Устный опрос, реферат
7	Тема 7. Методика интерпретации Ar-Ar изотопных данных и их обработка с помощью компьютерной программы «Isoplot»	ИОПК-1.1, ИОПК-2.2, ИПК-1.1	Устный опрос, реферат
8	Тема 8. Изотопы гелия и их значение для интерпретации петрогенетических процессов	ИОПК-1.1	Устный опрос
9	Тема 9. Оценка степени смешения мантийных и коровых источников при интерпретации изотопного состава кислых магм. Радиогенные изотопы в осадочном процессе	ИОПК-1.1	Устный опрос
10	Тема 10. Трековая радиография и области её применения. Анализ изотопов азота и области его применения	ИОПК-1.1	Устный опрос

## 3 Типовые задания для проведения текущего контроля успеваемости по дисциплине

Для промежуточной аттестации проводится устный опрос и обсуждение реферата на семинарских занятиях

### ИОПК-1.1

Примерный перечень вопросов:

1. Особенности радиоактивного распада нестабильных изотопов.
2. Методы современных изотопных исследований в отдельных минеральных зернах (лазерная абляция, SRIMP и др.)
3. Технология пробоподготовки для проведения изотопных исследований.
4. Принципы Pb-Pb изотопного датирования породного и рудного свинца.

### **ИПК-1.1**

Примерный перечень вопросов:

5. Методика интерпретации Ar-Ar изотопных данных и их обработка с помощью компьютерной программы «Isoplot».
6. Особенности диагностики источников вещества по изотопному составу неодима и стронция.
7. Модельное Pb-Pb датирование базальтоидных магм и диагностика исходных мантийных субстратов.
8. Lu-Hf и Re-Os методы изотопного датирования, области их применения и перспективы развития.
9. Изотопы гелия и их значение для интерпретации петрогенетических процессов.
10. Методы датирования горных пород и минеральных образований по космогенным изотопам ( $^{14}\text{C}$  и другие).

### **ИОПК-2.2**

Примерный перечень вопросов:

1. Чем определяется различие в структуре атомов разных изотопов одного и того же химического элемента?
2. Как определяются концентрации материнского и дочернего продуктов радиогенного распада?
3. Что такое первичное отношение изотопов конкретного элемента и в чем заключается его петрогенетическое значение?
4. По какому параметру изохроны можно рассчитать абсолютный возраст?
5. В чем заключается принципиальное отличие Sm-Nd и Ar-Ar методов изотопного датирования?
6. Каковы области ограничения возрастного диапазона при использовании различных геохронологических методов?
7. Чем определяются статистические параметры построенной изохроны и как обеспечить наиболее приемлемый вариант её построения?
8. В чем заключается петрогенетическое значение параметра модельного возраста с учетом расчета на различные резервуары земных геосфер?
9. Как рассчитать эpsilon-параметры для конкретного изотопного состава горной породы или минерала?
10. Чем обусловлены изотопные отличия общего состава силикатной оболочки Земли (BSE) и деплетированной мантии (DM)?
11. Какими факторами определяется распределение изотопов кислорода в породообразующих минералах и как они используются при интерпретации исходных данных?
12. Как можно использовать изотопные данные при стратиграфической корреляции осадочных толщ и в палеогеографических реконструкциях условий их формирования?
13. Особенности применения данных по изотопному составу углерода, гелия и азота.

### **ИОПК-1.1**

Темы рефератов

1. Определение возраста и источников вещества горных пород магматического комплекса в зонах плюмовой активности мантии.

2. Определение возрастных рубежей формирования ассоциаций горных пород в структурах высокоградиентного метаморфизма.

3. Диагностика источника вещества в однотипных природных объектах разного возраста как отражение геологической эволюции структурно-вещественных комплексов отдельного региона.

4. Принципы и современные подходы геохронологического датирования U-Pb методом по породообразующим минералам.

5. Интерпретация результатов Ar-Ar изотопного датирования на примере конкретного геологического объекта.

Реферат выполняется письменно и заключается в проведении литературного обзора, анализе и обобщении существующих научных представлений по тематике дисциплины с докладом результатов на семинарском занятии. Сообщение сопровождается компьютерной презентацией длительностью до 10 минут (20-25 слайдов). На первом слайде обязательно должна присутствовать информация о названии темы, ФИО автора, факультете, группе, дате разработки. На последнем слайде: обязательное указание на источники информации, активные и точные ссылки на все графические объекты. Требования к содержанию и оформлению презентации должны соответствовать методическим указаниям к оформлению результатов научно-исследовательских работ и иных отчётных материалов обучающихся в рамках учебного процесса в Национальном исследовательском Томском государственном университете. Критериями оценки работы являются уровень содержания, логика и грамотность изложения информации, соответствие оформления требованиям. Наличие реферата является обязательным для промежуточной аттестации.

Оценивание результатов освоения дисциплины в ходе текущего контроля происходит на основании критериев, обозначенных в таблице 1. Сводные данные текущего контроля успеваемости по дисциплине отражаются в электронной информационно-образовательной среде НИ ТГУ. Проверка уровня сформированности компетенций осуществляется в процессе промежуточной аттестации.

#### **4 Проверка сформированности компетенций в процессе промежуточной аттестации**

**Экзамен в первом семестре** проводится в письменной форме по билетам. Экзаменационный билет состоит из двух частей. Продолжительность экзамена 2 часа.

Первая часть представляет защиту рефератов по выбранным темам, проверяющих ИОПК-1.1.

Вторая часть содержит два вопроса, проверяющих умение применять программное обеспечение «Izoplot» для решения практических задач профессиональной деятельности (ИОПК-2.2) и интерпретировать концептуальную модель по предоставленным данным (ИПК-1.1).

#### **Типовые задания для проведения промежуточной аттестации**

##### **ИОПК 1.1**

##### **Примерные вопросы**

1. Внутреннее строение атома и причины изотопного разнообразия.
2. Принципы диагностики мантийных резервуаров и определения источника вещества ультрабазитовых и базитовых магматических расплавов.
3. Оценка степени смешения мантийных и коровых источников на примере андезитовидных и кислых родоначальных магм.
4. Причины фракционирования изотопов кислорода и их применение в решении вопросов петрогенезиса.

5. Принципы отбора проб для геохронологической аттестации природных геологических объектов.
6. Вероятные причины фракционирования изотопов в минералообразующих системах.
7. Основные принципы хемотратиграфии применительно к эволюции изотопных систем.
8. Особенности геохимической эволюции Земли и дискриминация изотопного состава её геосферных оболочек.

#### ИОПК-2.2

##### Примерные вопросы

1. Принципы анализа изотопных отношений в конкретных образцах горных пород и минералов, применение результатов изотопных исследований в решении геологических и петрогенетических задач.
2. Возможности компьютерной программы «Isoplot», её применение в решении задач геохронологической аттестации исследуемых геологических комплексов.
3. Определение модельного возраста и его применение при решении геохронологических задач на примере конкретных регионов.

#### ИПК-1.1

##### Примерные вопросы

1. Интерпретация изотопных данных при реконструкции полихронных геологических преобразований на примере конкретных природных объектов.
2. Особенности комплексного анализа изотопного состава природных геологических систем, его преимущества и перспективы развития.
3. Изотопные геотермометры: основные типы, области применения и интерпретация.
4. Изотопные исследования рудоносных объектов (специфика элементов и решаемые задачи).

### 5 Шкала формирования итоговой оценки

Оценка	Критерии оценки
Отлично	Индивидуальное задание без замечаний, полный развернутый ответ на вопросы экзамена показал повышенный уровень освоения всех компетенций
Хорошо	Индивидуальное задание с незначительными замечаниями, неполный ответ на вопросы экзамена показал достаточный уровень освоения всех компетенций
Удовлетворительно	Индивидуальное задание со значительными замечаниями, ответ не на все вопросы экзамена показал пороговый уровень освоения всех компетенций
Неудовлетворительно	Нет индивидуального задания, нет ответа даже на общие вопросы показал допороговый уровень освоения всех компетенций