

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Геолого-географический факультет

УТВЕРЖДАЮ  
Декан геолого-географического  
факультета



*А.А. Тишин*  
П.А. Тишин

«23 » июня 2023 г.

**Фонд оценочных средств  
по дисциплине**

**ГЕОХИМИЯ**  
по направлению подготовки  
**05.03.01 Геология**

Направленность (профиль) подготовки / специализация:  
**«Геология»**

Форма обучения  
**Очная**

Квалификация  
**Бакалавр**

Фонд оценочных средств соответствует ОС НИ ТГУ по направлению подготовки 05.03.01 Геология, учебному плану направления подготовки 05.03.01 Геология, направленности (профиля) «Геология» и рабочей программе по данной дисциплине.

Полный фонд оценочных средств по дисциплине опубликован в ЭИОС НИ ТГУ – электронном университете Moodle: <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=34466>

Разработчик ФОС:

ст. преподаватель каф. минералогии и геохимии

Ложкина М.А.

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

Руководитель ОПОП  
«Геология»



О.В. Бухарова

**Фонд оценочных средств (ФОС)** является элементом системы оценивания сформированности компетенций у обучающихся в целом или на определенном этапе ее формирования.

ФОС разрабатывается в соответствии с рабочей программой (РП) дисциплины и включает в себя набор оценочных материалов для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине/модулю/практике.

### **1. Компетенции и результаты обучения, формируемые в результате освоения дисциплины/модуля/практики**

Компетенция	Код и наименование результатов обучения (планируемые результаты обучения, характеризующие этапы формирования компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
ОПК 1	ИОПК 1.2. Решает задачи профессиональной деятельности на основе современных представлений о свойствах химических веществ и реакциях между ними	Не способен анализировать геологическую информацию/фактические материалы, используя знания о свойствах химических соединений/минералов, горных пород	Анализирует, но не способен систематизировать геологическую информацию/фактические материалы, используя знания о свойствах химических соединений/минералов, горных пород	Анализирует и частично систематизирует геологическую информацию/фактические материалы, используя знания о свойствах химических соединений/минералов, горных пород	Способен прогнозировать наличие минерала в породах на основе понимания химизма среды и закономерности формирования (кристаллизации) минеральных ассоциаций

### **2. Этапы формирования компетенций и виды оценочных средств**

№	Этапы формирования компетенций (разделы дисциплины/модуля/практики)	Код и наименование результатов обучения	Вид оценочного средства (тесты, задания, кейсы, вопросы и др.)
1.	Основные понятия геохимии	ИОПК 1.2	Тест, вопросы
2	Состав, строение, свойства и главные параметры атома	ИОПК 1.2	Тест, вопросы
3	Геохимическая классификация химических элементов	ИОПК 1.2	Тест, вопросы, практическое задание
4	Распространенность атомов химических элементов	ИОПК 1.2	Тест, вопросы, практические задания
5	Изотопы и изотопный состав химических элементов	ИОПК 1.2	Тест, вопросы,
6	Изотопная геохронология и ее практическое значение	ИОПК 1.2	Тест, вопросы, практическое задание

7	Основы кристаллохимии.	ИОПК 1.2	Тест, вопросы
8	Формы нахождения атомов (ионов) элементов в природных системах	ИОПК 1.2	Тест, вопросы
9	Энергия кристаллической решетки и способы ее вычисления	ИОПК 1.2	Тест, вопросы
10	Основы учения о миграции атомов химических элементов в природ	ИОПК 1.2	Тест, вопросы, практические задания

### 3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки образовательных результатов обучения

3.1. Типовые задания для проведения текущего контроля успеваемости по дисциплине.

1. **Примеры вопросов и оформления теста** для промежуточной оценки остаточных знаний.

1) Установите соответствие

Группа элементов	Химические элементы
1. Редкоземельные элементы	А. С, О, S
2. Крупноионные литофильные элементы	Б. Ce, Sm, Eu, Dy, Er
3. Главные петрогенные элементы	В. Al, Mg, Na, K, Si
4. Транзитные элементы	Г. Ir, Os, Rh, Ru, Pd
5. Элементы платиновой группы	Д. Pb, Ar, Nd
	Е. Ti, V, Co, Ni, Cu, Zn
	Ж. Cs, Rb, K, Ba, Sr

- 2) Какой химический элемент является абсолютно преобладающим в земной коре?
- Н
  - О
  - Si
  - He
- 3) Выберите из представленного списка внутренние факторы миграции элементов
- давление
  - способность осаждаться из растворов
  - химические свойства элемента
  - окислительно-восстановительный потенциал среды миграции
  - способность давать растворимые и летучие соединения
- 4) С чем связаны все аномальные свойства воды
- с низкими массами атомов О и Н
  - с особенностями строения молекулы воды
  - с высокими химическими потенциалами атомов О и Н
  - с особенностями строения атомов О
- 5) Укажите одну из областей применения стабильных изотопов легких элементов
- определение палеотемператур водных бассейнов
  - определение относительного возраста горных пород
  - определение абсолютного возраста горных пород
  - определение источника мантийного вещества

#### 2. Практические работы

Практические задания нацелены на проверку полученных теоретических знаний и умение их применять при решении профессиональных задач.

**Пример** практических заданий:

*Задание к практической работе по теме «Геохимическая классификация химических элементов»*

Многие сочетания элементов в природе могут быть поняты только исходя из строения их атомов, места их в периодической системе. Периодическая таблица Д.И. Менделеева – это химическая классификация элементов. Однако элементы одной группы периодической таблицы – химические аналоги ведут себя не одинаково в различных условиях земной коры, при различных температуре, давлении, pH, Eh и др.

В настоящее время при геохимических исследованиях используют группировки или группы элементов, выделенные с учетом размера радиусов, зарядов, распространенности в природе, поведения в различных процессах и т.д. Для практических целей выделяют 4 главных группы элементов: главные элементы, элементы-примеси, радиогенные изотопы и стабильные изотоп. Охарактеризуйте каждую из групп, какими общими характеристиками обладают химические элементы, входящие в каждую из них, перечислите эти элементы.

*Задание к практической работе по теме «Оценка распространенности химических элементов в главных разновидностях горных пород»*

Оцените закономерности концентрации химических элементов в горных породах разного генезиса на основе справочных аналитических сведений о среднем содержании химических элементов в горных породах разного происхождения и в земной коре.

При решении задачи необходимо проиллюстрировать относительную распространенность ряда химических элементов в различных горных породах с помощью численных показателей (кларков концентрации/кларков рассеяния) и наглядных графиков геохимических спектров горных пород). Проанализировать полученные показатели, графики и геохимические индексы и написать заключение, в котором дать краткую сравнительную характеристику распределения химических элементов в горных породах.

*Задание к практической работе по теме «Определение абсолютного возраста магматических горных пород»*

Определите абсолютный возраст  $t$  (в млн. лет) изучаемой породы на основе данных соотношений изотопов Rb и Sr (рубидий-стронциевый метод) или Sm и Nd (самарий-неодимовый метод) в пробах породы или минералов данной породы, полученные с помощью масс-спектрометрического анализа.

По полученным исходным данным построить график в координатах соответствующих изотопных отношений, на котором показать точки изотопных отношений в пробах и линию изохроны. Принять решение о возможности использования всех или части исходных данных при определении возраста породы  $t$  и других параметров по изохроне. Произвести расчеты абсолютного возраста и по изотопным данным сделать выводы о геологическом возрасте изученной породы.

*Задание к практической работе по теме «Распределения редкоземельных элементов»*

На основе данных содержаний РЗЭ в различных горных породах, справочных сведения о содержаниях РЗЭ, используемые при нормализации построить нормативную мультиэлементную диаграмму распределения РЗЭ, проинтерпретировать полученный график. Сравнить с графиками распределения РЗЭ для различных обстановок формирования (например, OIB, IAB; E-MORB, N-MORB).

3.2. Типовые задания для проведения промежуточной аттестации по дисциплине.

#### **Экзаменационные вопросы по дисциплине «Геохимия»**

1. Содержание и задачи геохимии
2. Методы геохимии.
3. Определение геохимии как науки, предмет исследования, основные научные разделы и направления.

4. Химический состав и фазовое состояние природных геохимических систем
5. Происхождение химических элементов.
6. Основные формы проявления атомов в природе. Формы взаимодействия атомов в кристаллических структурах минералов.
7. Основные модели строения ядра и его главные параметры.
8. Строение электронных оболочек атомов. Квантовые числа, что они выражают и определяют, связь между ними.
9. Факторы определяющие и контролирующие устойчивость и распространенность ядер (атомов) в природных системах ( $n/p$ , дефект массы, магические числа,  $4q$ , радиоактивность и т.д.).
10. Основные аномалии свойств атомов химических элементов периодической таблицы Д.И. Менделеева.
11. Геохимическая классификация химических элементов.
12. Основные законы геохимии, вытекающие из особенностей строения атома (законы В.М. Гольдшмидта, А.Е. Ферсмана и В.И. Вернадского).
13. Радиоактивность как фактор контроля устойчивости и распространенности ядер (атомов) в природе.
14. Типы радиоактивного распада, закон радиоактивного распада. Практическое значение.
15. Методы абсолютной геохронологии
16. Стабильные изотопы в геологии
17. Понятие о радиусах. Общие закономерности их изменения в группах и периодах периодической таблицы Д.И. Менделеева.
18. Предельные значения радиусов и их практическое значение.
19. Потенциал ионизации, периодичность его изменения у атомов периодической таблицы Д.И. Менделеева. Его практическое значение.
20. Понятие о координационном числе (многограннике). Закономерности его изменения и факторы, влияющие на его изменение. Число « $r$ », его практическое значение. Пределы устойчивости структур минералов с различными координационными числами.
21. Типы химической связи (ионная, ковалентная, донорно-акцепторная, металлическая, молекулярная). Промежуточный тип взаимодействия структурных узлов в кристаллических решетках минералов.
22. Смешанный тип связи атомов в кристаллической решетке минералов.
23. Изменение химических и геохимических свойств атомов химических элементов в пределах групп и периодов периодической таблицы Д.И. Менделеева.
24. Геохимические семейства. Характерные свойства и особенности. Примеры семейств химических элементов.
25. Понятие о кларке, кларке концентрации, рассеяния. Ведущие и второстепенные элементы миграции. Подвижные и инертные компоненты.
26. Ионный потенциал и миграционные свойства атомов химических элементов.
27. Потенциал ионизации и его практическое значение.
28. Практические выводы, вытекающие из значений ионного потенциала, энергии сродства и электроотрицательности ионов (атомов) химических элементов.
29. Поляризация, контрополяризация и деполяризация, их влияние на свойства соединений.
30. Периодичность проявления поляризационных свойств у атомов периодической таблицы Д.И. Менделеева.
31. Практическое выражение явления поляризации.
32. Сущность и основные понятия геоэнергетической теории А.Е. Ферсмана.
33. Методы определения энергии кристаллической решетки.
34. Типы изоморфизма и закономерности их проявления. Значение этого явления.
35. Полярный изоморфизм, изовалентный и гетеровалентный изоморфизм, механизм их проявления

36. Морфотропия, ее сущность и связь с изоморфизмом и полиморфизмом.
37. Полиморфизм, его типы и закономерности проявления.
38. Внешние и внутренние факторы миграции, их взаимоотношения и эволюция во времени и в пространстве.
39. Химический состав среды как внешний фактор миграции атомов химических элементов.
40. Геохимические барьеры, типы, сущность, параметры, значение.
41. Общая характеристика процесса миграции. Ее типы и формы проявления.
42. Геохимия магматического процесса.
43. Геохимические особенности гранитоидов
44. Геохимия пегматитового процесса.
45. Геохимия гидротермального процесса.
46. Геохимия метасоматического процесса.
47. Геохимия метаморфического процесса.
48. Геохимия гипергенных процессов.
49. Геохимия зоны окисления.
50. Геохимия биогенеза и галогенеза.

#### **4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания образовательных результатов обучения**

4.1. Методические материалы для оценки текущего контроля успеваемости по дисциплине.

##### 1. Оценка теста

Работа позволяет оценить остаточные знания по пройденным темам дисциплины. Список тем:

- Тест № 1 – Основные понятия геохимии, Строение атомов и распространенность атомов химических элементов. Геохимическая классификация атомов химических элементов;  
 Тест № 2 – Изотопы и изотопный состав химических элементов, Изотопная геохронология и ее практическое значение. Основы кристаллохимии;  
 Тест № 3 – Факторы миграции химических элементов;  
 Тест № 4 – Основы геохимии геологических процессов;

##### **Критерии оценивания тестовых заданий:**

Оценка за тест вычисляется из суммы баллов в зависимости от количества правильных ответов, 1 балл за 1 правильный ответ. Максимальное количество баллов – 10 баллов.

##### 2. Оценка практических заданий

Список тем практических заданий:

1. Геохимическая классификация химических элементов (1 работа).
2. Оценка распространенности химических элементов в главных разновидностях горных пород (2 работы).
3. Определение абсолютного возраста магматических горных пород и типа источников магм по изотопным отношениям (1 работа).
4. Распределения редкоземельных элементов и определение обстановки формирования магматических горных пород (1 работа).

##### **Критерии оценивания практических заданий:**

Оценка за практическую работу вычисляется из суммы баллов, максимум 4 балла за каждую.

Составляющие ответа	Максимальное

	количество баллов	
Отчет по практической работе изложен грамотным языком, с использованием профессиональных терминов, дан в определенной логической последовательности и не требует дополнительных пояснений	1	4
Математические вычисления выполнены правильно	1	
Ответ проиллюстрирован необходимыми графическими материалами в должной мере	1	
Оформление отчета соответствует требованиям к оформлению работ	1	

Студент должен выполнить каждое задание/тест и получить определенное количество баллов, к наступлению конкретной даты (определяется ежегодно согласно учебно-производственному плану).

#### 4.2. Методические материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине.

Экзамен во четвертом семестре проводится в устной форме по билетам.

Результаты экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» и складываются из ответов на тестовые задания, решение практических заданий и ответа на теоретические вопросы.

Экзаменационный билет состоит из двух вопросов.

Ответ на каждый вопрос из экзаменационного билета оценивается по критериям, максимальное количество баллов за каждый – 15 баллов.

Критерии экзамена	4 балла	3-2 балла	1-0 баллов
1. Грамотность изложения	Ответ изложен грамотным научным языком, с использованием профессиональных терминов	Ответ изложен преимущественно грамотным (не всегда научным) языком, с редким использованием научных профессиональных терминов	Малограмотная речь с использованием жаргонных и просторечных выражений
2. Использование терминов	Все термины употреблены корректно, все понятия раскрыты верно.	Не все термины употреблены правильно, имелись затруднения или допущены значительные ошибки в определении понятий, использовании терминологии, исправленные после наводящих вопросов	Не умеет правильно пользоваться терминами, ключевые для учебного курса понятия, содержащиеся в вопросе, трактуются ошибочно
3. Логичность / последовательность	Ответ дан в определенной логической последовательности, не требует дополнительных пояснений	Ответ на вопрос раскрыт непоследовательно, но показано общее понимание вопроса, при этом требующее дополнительных пояснений	Отсутствие логичности и последовательности
4. Использование примеров	Ответ проиллюстрирован	Ответ не проиллюстрирован примерами в должной мере.	Примеры не



	примерами в должной мере.	Студент испытывает проблемы с приведением конкретных примеров (только при помощи наводящих вопросов)	приведены
5. «Ответ»	Свободное изложение ответа без использования «листка»	Достаточно свободное изложение ответа с редким подглядыванием	Изложение ответа 50/50, «не отрываясь от листка»

**Промежуточная аттестация** обучающегося по дисциплине рассчитывается из суммы баллов, набранных при изучении дисциплины, по результатам текущего контроля и ответов на вопросы устного экзамена.

Тест 1 (1 балл за каждый правильный ответ)	<b>0-10</b>
Тест 2 (1 балл за каждый правильный ответ)	<b>0-10</b>
Тест 3 (1 балл за каждый правильный ответ)	<b>0-10</b>
Тест 4 (1 балл за каждый правильный ответ)	<b>0-10</b>
Практические задания (по 4 балла за каждое)	<b>0-20</b>
Экзамен (max 15 баллов за ответ на 1 вопрос)	<b>0-40</b>
<b>ИТОГО</b>	<b>100</b>

#### **Шкала перевода баллов в оценку текущей успеваемости**

<b>Баллы</b>	<b>Оценка</b>
85-100	отлично
70-84	хорошо
55-69	удовлетворительно
менее 55	неудовлетворительно