

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

«23 » июня 2023 г.

**Фонд оценочных средств
по дисциплине**

ФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЕЩЕСТВА
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=2148>

Разработчик ФОС:

профессор, доктор физ.-мат. наук,
зав. каф. минералогии и геохимии

Лычагин Д.В.

Экспертиза фонда оценочных средств проведена учебно-методической комиссией факультета, протокол № 7 от «22» июня 2023 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/модуля/практики и включает в себя набор оценочных материалов для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине/модулю/практике.

Формируемые компетенции

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-1. Способен применять знания фундаментальных разделов наук о Земле, базовые знания естественно-научного и математического циклов при решении стандартных профессиональных задач.

ПК-1. Способен участвовать в геологических работах и осуществлять их координацию при геологическом изучении отдельных участков недр.

ПК-2. Способен проводить комплекс специализированных исследований геологических объектов.

Таблица 1 – Уровни освоения компетенций и критерии их оценивания

Компетенция	Результаты освоения дисциплины	Уровни освоения	Критерии оценивания результатов освоения дисциплины	Шкала оценки тестовых заданий
ОПК-1	ИОПК 1.3 – применяет знания основных законов физики /химии при решении задач в практической и профессиональной деятельности	Повышенный/ Отлично	Применяет знания основных законов физики /химии при решении задач в практической и профессиональной деятельности	85-100%
		Достаточный/ хорошо	Слабо анализирует результаты решения задач применительно к практической и профессиональной деятельности	70-84 %
		Пороговый/ удовлетворительно	Решает задачи с использованием основных законов физики /химии, но не способен анализировать результаты	55-69 %
		Допороговый/ неудовлетворительно	Не способен применять знания основных законов физики /химии при решении задач	Менее 55 %
ПК-1	ИПК 1.3 – использует методические	Повышенный/ Отлично	Использует методические положения, инструкции и требования по	85-100%

	положения, инструкции и требования по геологическому изучению недр, производству геологоразведочных работ (ГРР)		геологическому изучению недр, производству ГРР	
		Достаточный/ хорошо	Частично способен использовать методические положения, инструкции и требования по геологическому изучению недр, производству ГРР	70-84 %
		Пороговый/ удовлетворительно	Ограниченно знает методические положения, инструкции и требования по геологическому изучению недр, производству ГРР	55-69 %
		Допороговый/ неудовлетворительно	Не способен использовать методические положения, инструкции и требования по геологическому изучению недр, производству ГРР	Менее 55 %
ПК-2	ИПК-2.1 – в составе группы специалистов осуществляет обработку и анализ результатов геологических, минералогических, геохимических и других исследований	Повышенный/ Отлично	Способен в составе группы специалистов осуществляет обработку и анализ результатов геологических, минералогических, геохимических и других исследований	85-100%
		Достаточный/ хорошо	Ограниченно способен в составе группы специалистов осуществлять обработку и анализ результатов геологических, минералогических геохимических и других исследований	70-84 %
		Пороговый/ удовлетворительно	Ограниченно способен в составе группы специалистов осуществлять обработку результатов геологических, минералогических геохимических и других исследований, но не способен анализировать результаты	55-69 %
		Допороговый/ неудовлетворительно	Не способен осуществлять обработку и анализ	Менее 55 %

			результатов геологических, минералогических, геохимических и других исследований	
--	--	--	--	--

Таблица 2 - Этапы формирования компетенции в курсе

№	Раздел дисциплины	Результаты освоения дисциплины	Оценочные средства
1	Физические основы методов анализа состава и структуры вещества. Области применения методов	ИОПК 1.3, ИПК-1.3	Вопросы
2	Теоретические основы и практика рентгеноструктурного анализа	ИОПК-1.3, ИПК-2.1	Тест, задание
3	Спектроскопия и рентгенофлуоресцентный анализ	ИОПК-1.3, ИПК-2.1	Вопросы
4	Рамановская спектроскопия	ИОПК-1.3, ИПК-2.1	Тест
5	Масс-спектрометрия	ИОПК-1.3, ИПК-2.1	Тест
6	Люминесценция минералов	ИОПК-1.3, ИПК-2.1	Тест
7	Электронная микроскопия и ее аналитические возможности	ИОПК-1.3, ИПК-2.1	Тест
8	Обработка данных рентгеноспектрального анализа	ИПК-1.3, ИПК-2.1	Задание
9	Термический анализ	ИОПК-1.3, ИПК-2.1	Вопросы

Типовые задания для проведения текущего контроля успеваемости по дисциплине ИОПК 1.3

1. Вопросы тестов по выделенным темам таблицы раздела 2 представлены в «Moodle» - <https://moodle.tsu.ru/course/view?id=2148>).

Список тем тестов:

- Тест № 1 –Рентгеноструктурный анализ;
- Тест № 2 –Рамановская спектроскопия;
- Тест № 3 –Масс-спектрометрия;
- Тест № 4 –Люминесценция;
- Тест № 5 –Электронная микроскопия.

ИПК-2.1

2. Пример задания по идентификации минерала на основе данных рентгенофазового анализа.

Содержание задания.

Цель работы: расшифровка рентгенограммы и определение минерального вида методом рентгенофазового анализа.

Ход работы.

1. Создается таблица, куда далее будут занесены исходные данные и выполнены расчеты.
2. Заносятся данные из рентгенограммы (двойной угол дифракции 2θ и интенсивность I).
3. Проводятся расчеты: угла дифракции ($2\theta/2$) и межплоскостных расстояний из уравнения Вульфа-Брэгга для каждого пика.

4. Проводится сопоставление экспериментальных межплоскостных расстояний со справочными значениями по таблице Михеева, учитывая только самые интенсивные пики. Заполняется столбец hkl таблицы.

5. В результате сопоставления значений межплоскостных расстояний из исходной рентгенограммы с данными справочника В.И. Михеева устанавливается минерал и производится запись его основных кристаллографических параметров.

Например, искомым минералом является шеелит – вольфрамат кальция $Ca[WO_4]$.

ИПК-1.3

3. Экзаменационные вопросы

I. Физические основы взаимодействия электромагнитного излучения с веществом и основы рентгеноструктурного анализа

1. Задачи, решаемые центром коллективного пользования. Виды анализов. Оборудование ЦКП «Аналитический центр геохимии природных систем» и его методики аналитических исследований.
2. Диапазон энергий и длин волн электромагнитного излучения. Виды излучения и их связь с методами исследования.
3. Формы взаимодействия излучения с исследуемым материалом. Упругое и неупругое рассеяние. Сущность микроструктурных исследований.
4. Интерференция и дифракция. Роль дифракции в аналитических методах исследования.
5. Рассеяние рентгеновских лучей на кристалле. Механизмы взаимодействия рентгеновского излучения. Когерентное и некогерентное рассеяние.
6. Рентгеновская дифракция на кристаллической решетке. Уравнение Вульфа-Брэггов. Условия усиления и ослабления когерентного электромагнитного излучения.
7. Условия Лауэ. Геометрическая иллюстрация интерференционного уравнения.
8. Квантование энергии. Постулаты Бора.
9. Рентгеновское излучение и его типы. Устройство, принцип работы и излучение, испускаемое рентгеновской трубкой. Вид рентгенограммы.
10. Тормозное рентгеновское излучение. Его зависимость от ускоряющего напряжения, длины волны, силы тока и материала анода рентгеновской трубки.
11. Характеристическое рентгеновское излучение. Закономерности характеристического спектра. Соотношение интенсивностей излучения.
12. Устройство рентгеновского аппарата. Функциональное назначение основных частей. Подготовка проб для рентгеноструктурного анализа.
13. Использование закона Вульфа-Брэггов для рентгеновской спектроскопии и рентгеноструктурного анализа. Методика дифракционных исследований.
14. Методика расшифровки рентгенограмм. Базы данных для расшифровки рентгенограмм. Особенности расшифровки двухфазных рентгенограмм.
15. Сущность качественного и количественного рентгенофазового анализа. Физические основы рентгенографии кристаллов.
16. Составные части рентгеновского аппарата, их назначение. Приготовление образцов.
17. Методика и режимы съемки на рентгеновском дифрактометре.
18. Устройство и принцип работы рентгеновской трубки.
19. Схема рентгеновского гониометра по Брэггу-Брентано, принцип работы и режимы съемки порошковых проб.
20. Идентификация фаз. Порядок расшифровки и индицирования рентгенограмм.

II. Основы спектрального анализа. Абсорбционная и эмиссионная спектроскопии

1. Сущность рентгенофлуоресцентного спектрального анализа, его физические основы. Физические законы, лежащие в основе метода (постулаты Бора).
2. Рентгенофлуоресцентный качественный и количественный спектральный анализы. Сущность анализа с помощью спектрометров с энергетической и волновой дисперсией.
3. Использование уравнения Вульфа-Брэггов для рентгенофазового анализа рентгеновской спектроскопии. Спектрометры с волновой дисперсией. Геометрия съемки.
4. Линейчатый спектр. Спектры атома водовода, его серии.

5. Классификация методов спектрального анализа. Сущность абсорбционной и эмиссионной спектроскопии.
6. Атомные и молекулярные спектры: линейчатые и полосатые спектры. Виды полос в спектре.
7. Спектры двухатомных молекул. Вращательные полосы.
8. Спектры двухатомных молекул. Колебательно-вращательные полосы.
9. Схема вращательного, колебательного и электронного спектров молекул и атомов. Классификация областей спектра.
10. Измерительные системы спектроскопии. Место поглощения. Интенсивность поглощения.
11. Количественный и качественный анализы. Абсорбционный количественный анализ растворов. Закон Бугера-Ламберта-Бера.
12. Принцип абсорбционной количественного анализа на основе закона Бугера-Ламберта-Бера. Градуировочный график для определения концентрации одного компонента и смеси компонентов.
13. Конструкция абсорбционного спектрометра. Монохроматор. Однолучевые и двухлучевые спектрометры. Их блок-схемы.
14. Виды спектроскопии: ультрафиолетовая, инфракрасная, атомно-абсорбционная и эмиссионная.
15. Спектроскопия ультрафиолетовой области спектра.
16. Инфракрасная спектроскопия.
17. Атомно-абсорбционная спектроскопия. Четыре типа техники атомизации проб.
18. Атомно-эмиссионный спектральный анализ. Использование пламенного источника, схема. Сущность качественного и количественного анализа.
19. Методы пересчета химических формул минералов. Случаи их применения.
20. Представление химического состава минералов в виде минералов.

III. Масс-спектрометрия, люминесценция, электронная микроскопия и термические методы анализа

1. Сущность метода масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ИСП-МС). Задачи, которые решаются с помощью этого метода. Достоинства метода и стадии эксперимента.
2. Конструкция масс-спектрометров с индуктивно связанной плазмой и назначение основных составных частей.
3. Система ввода проб в масс-спектрометр с индуктивно связанной плазмой: аэрозоль и матричная лазерная десорбция. Достоинства и недостатки.
4. Физические принципы и конструкция квадрупольного анализатора. Масс-фильтрация и детектирование ионов.
5. Понятие люминесценции. Природные проявления люминесценции. Этапы преобразования энергии при люминесценции.
6. Классификация видов люминесценции.
7. Квантовые переходы в атомной системе, приводящие к люминесценции: при элементарном процессе и при метастабильной люминесценции.
8. Природа люминесценции, связанная с наличием дефектов в кристаллах. Типы дефектов. Центры свечения (люминесценции) в минералах.
9. Метод рентгеновской и термической люминесценции минералов. Использование люминесценции в геологии.
10. Задачи, решаемые с помощью сканирующей электронной микроскопии. Конструкция сканирующего электронного микроскопа: основные блоки и приставки.
11. Электронно-зондовые приборы. Характер взаимодействия электронного пучка с образцом. Основные виды сигналов.
12. Область взаимодействия электронного пучка с образцом. Её зависимость от атомного номера и энергии пучка.
13. Изображение во вторичных и отраженных электронах в сканирующем электронном микроскопе.
14. Сущность определения локального химического состава вещества с использованием спектрометра с энергетической дисперсией (ЭДС). Функции при энергодисперсионном анализе.

15. Сущность определения локального химического состава вещества с использованием спектрометра с волновой дисперсией. (ВДС). Схема спектрометра.
16. Системы анализа дифракции отраженных электронов (EBSD - ДОЭ) для сканирующей электронной микроскопии. Возможности метода.
17. Сущность термического анализа. Анализ кривых нагрева и охлаждения. Их использование для получения диаграмм состояния.
18. Сущность дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК). ДСК теплового потока и с компенсацией мощности.
19. Сущность дифференциального термического анализа (ДТА).
20. Сущность синхронного термического анализа (СТА) – термогравиметрия (ТГА) и дифференциальная сканирующая калориметрия (ДСК). Анализ кривых.

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.

Результаты освоения дисциплины	Оценочные средства	Порядок организации и проведения текущего контроля успеваемости (формы, содержание, сроки и т.п.)																																		
ИОПК 1.3, ИПК-1.3 ИПК-2.1	Тесты	<p>Проверка остаточных знаний по пройденной теме проводится на следующем занятии после анализа, системного разбора темы. Тестовое задание содержит от 6 до 9 вопросов (открытой, закрытой форм) За полный правильный ответ на вопрос теста – 2 балла Ответ неполный – 1 балл Ответа нет или ответ неверный – 0 балла Шкала перевода баллов в оценку текущей успеваемости зависит от количества вопросов в тесте</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th colspan="4">Количество вопросов в тесте</th> <th rowspan="2">Оценка</th> </tr> <tr> <th>9</th> <th>8</th> <th>7</th> <th>6</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="4">Баллы</td> <td></td> </tr> <tr> <td>18-17</td> <td>16-15</td> <td>14-13</td> <td>12-11</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>16-13</td> <td>14-12</td> <td>12-10</td> <td>10-9</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>12-9</td> <td>11-8</td> <td>9-7</td> <td>8-6</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>8-менее</td> <td>7-менее</td> <td>6-менее</td> <td>5-менее</td> <td>2</td> </tr> </tbody> </table> <p>Задания раздаются учащимся на практическом занятии, на ответы на вопросы отводится 10-15 минут.</p>	Количество вопросов в тесте				Оценка	9	8	7	6	Баллы					18-17	16-15	14-13	12-11	5	16-13	14-12	12-10	10-9	4	12-9	11-8	9-7	8-6	3	8-менее	7-менее	6-менее	5-менее	2
Количество вопросов в тесте				Оценка																																
9	8	7	6																																	
Баллы																																				
18-17	16-15	14-13	12-11	5																																
16-13	14-12	12-10	10-9	4																																
12-9	11-8	9-7	8-6	3																																
8-менее	7-менее	6-менее	5-менее	2																																
ИПК-1.3, ИПК-2.1	Задание	<p>Методическими материалами для проведения практических заданий по обработке результатов структурных методов анализа являются:</p> <ul style="list-style-type: none"> – практика по рентгенофазовому анализу – набор рентгенограмм; – практика по спектральному анализу – набор спектрограмм; – практика по микро рентгеноспектральному анализу – набор энергетических спектров; – практика по термическому анализу – набор термо- и гравиметрических кривых. <p>Критерии оценивания работы: правильное определение фазового и химического состава минералов, особенностей межатомных связей, температуры и термодинамических характеристик фазовых переходов.</p>																																		

Проверка сформированности компетенций в процессе промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в пятом семестре в форме экзамена. Результаты экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Билеты содержат по 20 вопросов из трех разделов (три вопроса в билете). Для проверки освоения дисциплины, согласно индикатору достижения компетенций, теоретические вопросы предполагают рассмотрение практических вопросов методов решения стандартных задач в практической и профессиональной деятельности.

Талон сдачи дисциплины «Физические методы исследования вещества»

Критерий	Грамотность изложения	Использование терминов	Логичность /последовательность	Использование примеров	Свобода повествования
ФИО _____					
Билет № _____					
В1 _____					
В2 _____					
В3 _____					
Вопрос 1					
Вопрос 2					
Вопрос 3					
Доп.вопросы	_____ (если нет доп. Вопросов, то 0 баллов, если есть, то оценка по тем же критериям, но минус 2 балла)				
Средний балл за промежуточную аттестацию _____					

Шкала формирования итоговой оценки

Критерий	Грамотность изложения	Использование терминов	Логичность/ последовательность	Использование примеров	Ответ
5	Ответ изложен грамотным научным языком, по существу вопросы	Все термины употреблены корректно, все понятия раскрыты верно.	Ответ дан в определенной логической последовательности, не требует дополнительных пояснений	Ответ проиллюстрирован примерами в должной мере.	Свободное изложение ответа без использования «листка»
4	Ответ изложен грамотным (не всегда научным языком), не все по существу вопроса (не точно понимает о	Не все термины употреблены правильно, присутствуют отдельные некорректные утверждения	Ответ дан в определенной логической последовательности, требует незначительных дополнительных пояснений	Ответ не проиллюстрирован примерами в должной мере.	Достаточно свободное изложение ответа с редким подглядыванием

	чем следует рассказать)	ия.			
3	Ответ изложен преимущественно грамотным языком, много общих фраз. Нет конкретики	Имелись затруднения или допущены значительные ошибки в определении понятий, использовании терминологии, исправленные после наводящих вопросов	Ответ на вопрос раскрыт непоследовательно, но показано общее понимание вопроса, при этом требующее значительных дополнительных пояснений	Студент испытывает проблемы с приведением конкретных примеров (только при помощи наводящих вопросов)	Изложение ответа по 50/50
2	Вопрос не раскрыт. Повествование о другом. Вообще не было ответа	Не умеет правильно пользоваться терминами, ключевые для учебного курса понятия, содержащиеся в вопросе, трактуются ошибочно	отсутствием логичности и последовательности	Примеры не приведены	Ответ «не отрываясь от листка»

В результате за каждый вопрос можно набрать от 10 до 25 баллов или от 30 до 75 баллов за три вопроса.

Оценка:

«Отлично» – с 70 баллов,

«Хорошо» – с 55 баллов,

«Удовлетворительно» – с 40 балла.