

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное учреждение  
высшего профессионального образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт геологии и нефтегазовых технологий



подписано электронно-цифровой подписью

**Программа дисциплины**  
Рентгенографический анализ БЗ.В.13

Направление подготовки: 020700.62 - Геология

Профиль подготовки: Геология

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Низамутдинов Н.М. , Ескина Г.М.

**Рецензент(ы):**

Кринари Г.А.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Морозов В. П.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_ от "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_г

Учебно-методическая комиссия Института геологии и нефтегазовых технологий:

Протокол заседания УМК No \_\_\_ от "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_г

Регистрационный No 361314

Казань  
2014

## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) Ескина Г.М. , Galina.Eskina@kpfu.ru ; профессор, д.н. (доцент) Низамутдинов Н.М. Кафедра минералогии и литологии Институт геологии и нефтегазовых технологий , Nazim.Nizamutdinov@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

целью освоения является ознакомление с теоретическими и экспериментальными основами рентгенографического анализа. Рассматриваются физические основы дифракции рентгеновских лучей, выводятся основные закономерности, излагаются методические основы дифракционного эксперимента. Проводится лабораторный практикум по определению фазового состава , по развитию практических навыков по расшифровке дифрактограмм, определению по экспериментальной дифрактограмме параметров элементарной ячейки

### 2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б3.В.13 Профессиональный" основной образовательной программы 020700.62 Геология и относится к вариативной части. Осваивается на 3 курсе, 5 семестр.

Б3.В.13. Дисциплина является вариативной частью профессионального цикла дисциплин. Предназначен для студентов 3-го курса (5 семестр). Курс предполагает применение рентгеновской дифракции для решения современных проблем минералогии. Обучающийся должен иметь представления о минералогии, химии, физики, симметрии кристаллов, строении кристаллической решетки.

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-12 (общекультурные компетенции)	владеет основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации
ОК-5 (общекультурные компетенции)	умеет использовать нормативные правовые документы в своей деятельности
ПК-10 (профессиональные компетенции)	способен применять на практике методы сбора, обработки, анализа и обобщения фондовой, полевой и лабораторной геологической информации
ПК-7 (профессиональные компетенции)	способен самостоятельно осуществлять сбор геологической информации, использовать в научно-исследовательской деятельности навыки полевых и лабораторных геологических, геохимических исследований

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

область применения метода, физические основы метода рентгенографического анализа, экспериментальные основы

2. должен уметь:

практически применять метод рентгенографического анализа, включать приобретенные знания в уже имеющуюся систему знаний в самостоятельных методических разработках

3. должен владеть:

методом для определения фазового состава вещества, определения структурных особенностей, определением свойств кристаллической решетки

4. должен демонстрировать способность и готовность:

- включать приобретенные знания в уже имеющуюся систему знаний в самостоятельных методических разработках

- применять метод для определения фазового состава вещества, определения структурных особенностей, определения свойств кристаллической решетки

#### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) 72 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 5 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

##### Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Рентгенография - метод исследования кристаллических структур и идентификации минеральных фаз горных пород. Рентгенографическая диагностика и ее задачи. Задачи генетической минералогии и исследования типоморфизма минералов методами современной рентгенографии. Дифракция рентгеновских лучей в кристаллах. Разность хода и фазы						

рентгеновских лучей, проходящих через атом, их интенсивность. Атомная амплитуда.

5	1	2	0	0	устный опрос
---	---	---	---	---	--------------

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
2.	Тема 2. Зависимость атомной амплитуды от направления наблюдения. Интерференционная функция и структурная амплитуда. Обратная система координат. Интенсивность волны, рассеянной кристаллом. Интерференционные и структурные факторы. Анализ интерференционного фактора. Условия дифракции, дифракционные направления, дифракционные индексы	5	2	2	0	0	устный опрос
3.	Тема 3. Интенсивность рассеянной волны и структурная амплитуда при условиях дифракции и их зависимость от химического состава и структуры кристалла. Уравнение Вульфа-Брэгга. Дифракция как отражение. Построение Эвальда. Число дифракционных линий: анализ уравнений Лауэ и формулы Брэгга-Вульфа	5	3	2	0	0	контрольная работа

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
4.	Тема 4. Вычисление межплоскостных расстояний в кристаллах. Основные соотношения структурной кристаллографии: связь базисов пространственной и обратной решеток, объемы ячейки Браве и ячейки обратной решетки. Соотношения для вычисления межплоскостных расстояний в кристаллах различных сингоний.	5	4	2	0	0	домашнее задание
5.	Тема 5. Структурная амплитуда кристаллов. Преобразование системы координат и базисов. Преобразование индексов плоскостей узловых сеток и дифракционных индексов. Правила погасания.	5	5	2	0	0	устный опрос
6.	Тема 6. Количественный рентгенографический фазовый анализ. Теоретические основы количественного анализа. Уравнение Александера-Клага. Линейный и массовый коэффициенты поглощения рентгеновских лучей. Основное уравнение количественного фазового анализа.	5	6	2	0	6	устный опрос

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
7.	Тема 7. Рентгеновские дифрактометры. Природа рентгеновских лучей. Рентгеновские трубки. Закон Мозли. Общие свойства рентгеновских лучей. Сцинтилляционный счетчик.	5	7	2	0	2	устный опрос
8.	Тема 8. Устройство рентгеновского дифрактометра (Блок-схема). Принцип фокусировки отраженных рентгеновских лучей от порошка кристаллического вещества.	5	8	0	0	2	устный опрос
9.	Тема 9. Техника безопасности при работе в лаборатории рентгенографического анализа на рентгеновском дифрактометре. Правила эксплуатации рентгеновского дифрактометра.	5	9	0	0	4	устный опрос
10.	Тема 10. Особенности подготовки образцов для исследования, съемки и расшифровки дифрактограмм Сборники дифракционных данных	5	10	0	0	2	письменная работа
11.	Тема 11. Определение углов Брегга и межплоскостных расстояний минералов по дифрактограмме многофазной системы. Определение минерального состава горных пород по расчетам дифрактограммы.	5	11	0	0	4	контрольная работа



N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
	Тема 12. Определение шага периодичности структуры кристалла. Метод вращения (метод Лауэ). Слоевые линии. Расстояния между слоями						устный опрос
	<b>4.2 Содержание дисциплины</b> <b>Тема 1. Рентгенография - метод исследования кристаллических структур и идентификации минеральных фаз горных пород. Рентгенографическая диагностика и ее задачи. Задачи генетической минералогии и исследования типоморфизма минералов методами современной рентгенографии. Дифракция рентгеновских лучей в кристаллах. Разность хода и фазы рентгеновских лучей, проходящих через атом, их интенсивность. Атомная амплитуда.</b>						
	<b>лекционное занятие (2 часа(ов)):</b>						
	Тема 13. Расчет дифракционных порошков кристаллов и дифракция рентгеновских лучей, проходящих через атом, их интенсивность. Атомная амплитуда						
	<b>Тема 2. Зависимость атомной амплитуды от направления наблюдения. Интерференционная функция и структурная амплитуда. Обратная система координат. Интенсивность волны, рассеянной кристаллом. Интерференционные и структурные факторы. Анализ интерференционного фактора. Условия дифракции, дифракционные направления, дифракционные индексы кристалла. Стандартные функции</b>						домашнее задание
	<b>лекционное занятие (2 часа(ов)):</b>						
	Зависимость атомной амплитуды от направления наблюдения. Интерференционная функция и структурная амплитуда. Обратная система координат. Интенсивность волны, рассеянной кристаллом. Интерференционные и структурные факторы. Анализ интерференционного фактора. Условия дифракции, дифракционные направления, дифракционные индексы решетки методом ВИН						
	<b>Тема 3. Интенсивность рассеянной волны и структурная амплитуда при условиях дифракции и их зависимость от химического состава и структуры кристалла. Уравнение Вульфа-Брэгга. Дифракция как отражение. Построение Эвальда. Число дифракционных линий: анализ уравнений Лауэ и формулы Брэгга-Вульфа</b>						зачет
	<b>лекционное занятие (2 часа(ов)):</b>			14	0	28	

Интенсивность рассеянной волны и структурная амплитуда при условиях дифракции и их зависимость от химического состава и структуры кристалла. Уравнение Вульфа-Брэгга. Дифракция как отражение. Построение Эвальда. Число дифракционных линий: анализ уравнений Лауэ и формулы Брэгга-Вульфа

**Тема 4. Вычисление межплоскостных расстояний в кристаллах. Основные соотношения структурной кристаллографии: связь базисов пространственной и обратной решеток, объемы ячейки Браве и ячейки обратной решетки. Соотношения для вычисления межплоскостных расстояний в кристаллах различных сингоний.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Вычисление межплоскостных расстояний в кристаллах. Основные соотношения структурной кристаллографии: связь базисов пространственной и обратной решеток, объемы ячейки Браве и ячейки обратной решетки. Соотношения для вычисления межплоскостных расстояний в кристаллах различных сингоний.

**Тема 5. Структурная амплитуда кристаллов. Преобразование системы координат и базисов. Преобразование индексов плоскостей узловых сеток и дифракционных индексов. Правила погасания.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Структурная амплитуда кристаллов. Преобразование системы координат и базисов. Преобразование индексов плоскостей узловых сеток и дифракционных индексов. Правила погасания.

**Тема 6. Количественный рентгенографический фазовый анализ. Теоретические основы количественного анализа. Уравнение Александера-Клага. Линейный и массовый коэффициенты поглощения рентгеновских лучей. Основное уравнение количественного фазового анализа.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Количественный рентгенографический фазовый анализ. Теоретические основы количественного анализа. Уравнение Александера-Клага. Линейный и массовый коэффициенты поглощения рентгеновских лучей. Основное уравнение количественного фазового анализа.

**лабораторная работа (6 часа(ов)):**

Количественный анализ. Метод внутренних стандартов. Метод Ритвельда. Построение калибровочной кривой. Использование различных программных продуктов в количественном анализе.

**Тема 7. Рентгеновские дифрактометры. Природа рентгеновских лучей. Рентгеновские трубки. Закон Мозли. Общие свойства рентгеновских лучей.Сцинтилляционный счетчик.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Рентгеновские дифрактометры. Природа рентгеновских лучей. Рентгеновские трубки. Закон Мозли. Общие свойства рентгеновских лучей.Сцинтилляционный счетчик.

**лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Рентгеновские трубки. Линейный детектор. Рентгеновские дифрактометры фирмы Шимадзу, Брукер, поликапиллярная оптика Кумахова.

**Тема 8. Устройство рентгеновского дифрактометра (Блок-схема). Принцип фокусировки отраженных рентгеновских лучей от порошка кристаллического вещества.**

**лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Устройство рентгеновского дифрактометра (Блок-схема). Принцип фокусировки отраженных рентгеновских лучей от порошка кристаллического вещества.

**Тема 9. Техника безопасности при работе в лаборатории рентгенографического анализа на рентгеновском дифрактометре. Правила эксплуатации рентгеновского дифрактометра.**

**лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Техника безопасности при работе в лаборатории рентгенографического анализа на рентгеновском дифрактометре. Правила эксплуатации

**Тема 10. Особенности подготовки образцов для исследования, съемки и расшифровки дифрактограмм Сборники дифракционных данных**

**лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Подготовка образцов для исследования, съемка и расшифровки дифрактограмм Базы данных дифракционных спектров.

**Тема 11. Определение углов Брегга и межплоскостных расстояний минералов по дифрактограмме многофазной системы. Определение минерального состава горных пород по расчетам дифрактограммы.**

**лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Определение углов Брегга и межплоскостных расстояний минералов по дифрактограмме многофазной системы. Определение минерального состава горных пород по расчетам дифрактограммы.

**Тема 12. Определение шага периодичности структуры кристалла. Метод вращения (метод Лауэ). Слоевые линии. Расстояния между слоевыми линиями. Определение размеров ячейки (ячейки Браве) и числа формульной единицы в ячейке.**

**лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Определение шага периодичности структуры кристалла. Метод вращения (метод Лауэ). Слоевые линии. Расстояния между слоевыми линиями. Определение размеров ячейки (ячейки Браве) и числа формульной единицы в ячейке.

**Тема 13. Расчет дифрактограммы порошка кристаллов кубической и тетрагональной сингоний. Индексирование дифрактограмм и определение параметров ячейки кристалла. Стандартные программы индексирования и определения метрики решетки (методы МНК).**

**лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Расчет дифрактограммы порошка кристаллов кубической и тетрагональной сингоний. Индексирование дифрактограмм и определение параметров ячейки кристалла. Стандартные программы индексирования и определения метрики решетки (методы МНК).

#### 4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Рентгенография - метод исследования кристаллических структур и идентификации минеральных фаз горных пород. Рентгенографическая диагностика и ее задачи. Задачи генетической минералогии и исследования типоморфизма минералов методами современной рентгенографии. Дифракция рентгеновских лучей в кристаллах. Разность хода и фазы рентгеновских лучей, проходящих через атом, их интенсивность. Атомная амплитуда.	5	1	подготовка к устному опросу	2	устный опрос

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
2.	<p>Тема 2. Зависимость атомной амплитуды от направления наблюдения. Интерференционная функция и структурная амплитуда. Обратная система координат. Интенсивность волны, рассеянной кристаллом. Интерференционные и структурные факторы. Анализ интерференционного фактора. Условия дифракции, дифракционные направления, дифракционные индексы</p>	5	2	подготовка к устному опросу	2	устный опрос
3.	<p>Тема 3. Интенсивность рассеянной волны и структурная амплитуда при условиях дифракции и их зависимость от химического состава и структуры кристалла. Уравнение Вульфа-Брэгга. Дифракция как отражение. Построение Эвальда. Число дифракционных линий: анализ уравнений Лауэ и формулы Брэгга-Вульфа</p>	5	3	подготовка к контрольной работе	2	контрольная работа

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
4.	Тема 4. Вычисление межплоскостных расстояний в кристаллах. Основные соотношения структурной кристаллографии: связь базисов пространственной и обратной решеток, объемы ячейки Браве и ячейки обратной решетки. Соотношения для вычисления межплоскостных расстояний в кристаллах различных сингоний.	5	4	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
5.	Тема 5. Структурная амплитуда кристаллов. Преобразование системы координат и базисов. Преобразование индексов плоскостей узловых сеток и дифракционных индексов. Правила погасания.	5	5	подготовка к устному опросу	2	устный опрос
6.	Тема 6. Количественный рентгенографический фазовый анализ. Теоретические основы количественного анализа. Уравнение Александра-Клага. Линейный и массовый коэффициенты поглощения рентгеновских лучей. Основное уравнение количественного фазового анализа.	5	6	подготовка к устному опросу	4	устный опрос

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
7.	Тема 7. Рентгеновские дифрактометры. Природа рентгеновских лучей. Рентгеновские трубки. Закон Мозли. Общие свойства рентгеновских лучей. Сцинтилляционный счетчик.	5	7	подготовка к устному опросу	2	устный опрос
8.	Тема 8. Устройство рентгеновского дифрактометра (Блок-схема). Принцип фокусировки отраженных рентгеновских лучей от порошка кристаллического вещества.	5	8	подготовка к устному опросу	2	устный опрос
9.	Тема 9. Техника безопасности при работе в лаборатории рентгенографического анализа на рентгеновском дифрактометре. Правила эксплуатации рентгеновского дифрактометра.	5	9	подготовка к устному опросу	2	устный опрос
10.	Тема 10. Особенности подготовки образцов для исследования, съемки и расшифровки дифрактограмм Сборники дифракционных данных	5	10	подготовка к письменной работе	2	письменная работа
11.	Тема 11. Определение углов Брегга и межплоскостных расстояний минералов по дифрактограмме многофазной системы. Определение минерального состава горных пород по расчетам дифрактограммы.	5	11	подготовка к контрольной работе	4	контрольная работа

№	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
12.	Тема 12. Определение шага периодичности структуры кристалла. Метод вращения (метод Лауэ). Слоевые линии. Расстояния между слоевыми линиями. Определение размеров ячейки (ячейки Браве) и числа формульной единицы в ячейке.	5	12	подготовка к устному опросу	2	устный опрос
13.	Тема 13. Расчет дифрактограммы порошка кристаллов кубической и тетрагональной сингоний. Индексирование дифрактограмм и определение параметров ячейки кристалла. Стандартные программы индексирования и определения метрики решетки (методы МНК).	5	13	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
	Итого				30	

## 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

1. Лекции
2. Практические занятия с использованием современных дифрактометров
3. Самостоятельная работа с конкретным вещественным материалом

## 6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

**Тема 1. Рентгенография - метод исследования кристаллических структур и идентификации минеральных фаз горных пород. Рентгенографическая диагностика и ее задачи. Задачи генетической минералогии и исследования типоморфизма минералов методами современной рентгенографии. Дифракция рентгеновских лучей в кристаллах. Разность хода и фазы рентгеновских лучей, проходящих через атом, их интенсивность. Атомная амплитуда.**

устный опрос , примерные вопросы:

Цели и задачи курса. Рентгенографический анализ - суть метода, особенности, достоинства и недостатки. Возможности метода. Практическое использование.



## **Тема 2. Зависимость атомной амплитуды от направления наблюдения.**

**Интерференционная функция и структурная амплитуда. Обратная система координат. Интенсивность волны, рассеянной кристаллом. Интерференционные и структурные факторы. Анализ интерференционного фактора. Условия дифракции, дифракционные направления, дифракционные индексы**

устный опрос , примерные вопросы:

.Условия дифракции, дифракционные направления, дифракционные индексы.

**Тема 3. Интенсивность рассеянной волны и структурная амплитуда при условиях дифракции и их зависимость от химического состава и структуры кристалла. Уравнение Вульфа-Брэгга. Дифракция как отражение. Построение Эвальда. Число дифракционных линий: анализ уравнений Лауэ и формулы Брэгга-Вульфа**

контрольная работа , примерные вопросы:

Интенсивность рассеянной волны и их зависимость от химического состава и структуры кристалла. Уравнение Вульфа-Брэгга. Построение Эвальда. Число дифракционных линий: анализ уравнений Лауэ и формулы Брэгга-Вульфа.

**Тема 4. Вычисление межплоскостных расстояний в кристаллах. Основные соотношения структурной кристаллографии: связь базисов пространственной и обратной решеток, объемы ячейки Браве и ячейки обратной решетки. Соотношения для вычисления межплоскостных расстояний в кристаллах различных сингоний.**

домашнее задание , примерные вопросы:

Самостоятельно расшифровать дифрактограмму: определить фазовый состав, по данным параметров элементарной ячейки рассчитать межплоскостные расстояния каждого рефлекса.

**Тема 5. Структурная амплитуда кристаллов. Преобразование системы координат и базисов. Преобразование индексов плоскостей узловых сеток и дифракционных индексов. Правила погасания.**

устный опрос , примерные вопросы:

Структурная амплитуда кристаллов различных типов пространственных решеток. Правила погасания для объемноцентрированной, базоцентрированной, гранецентрированной, гексагональной, ромбоэдрической пространственных решеток. Зависимость структурной амплитуды от пространственной группы симметрии структуры кристалла.

**Тема 6. Количественный рентгенографический фазовый анализ. Теоретические основы количественного анализа. Уравнение Александера-Клага. Линейный и массовый коэффициенты поглощения рентгеновских лучей. Основное уравнение количественного фазового анализа.**

устный опрос , примерные вопросы:

Количественный фазовый анализ. Индексирование спектров. Метод коэффициентов. Метод внутреннего стандарта . Метод добавления определяемой фазы. Основное уравнение количественного фазового анализа.

**Тема 7. Рентгеновские дифрактометры. Природа рентгеновских лучей. Рентгеновские трубки. Закон Мозли. Общие свойства рентгеновских лучей. Сцинтилляционный счетчик.**

устный опрос , примерные вопросы:

Спектр рентгеновской трубки. Поглощение рентгеновских лучей. Строение рентгеновской трубки. Рентгеновские дифрактометры. Образование характеристического рентгеновского излучения.

**Тема 8. Устройство рентгеновского дифрактометра (Блок-схема). Принцип фокусировки отраженных рентгеновских лучей от порошка кристаллического вещества.**

устный опрос , примерные вопросы:

Устройство рентгеновского дифрактометра и принцип работы. Устройство и принцип работы гониометрического устройства и рентгеновской трубки, Образование характеристического рентгеновского излучения и методы его монохроматизации.

**Тема 9. Техника безопасности при работе в лаборатории рентгенографического анализа на рентгеновском дифрактометре. Правила эксплуатации рентгеновского дифрактометра.**



устный опрос , примерные вопросы:

Техника безопасности при работе в лаборатории рентгенографического анализа на рентгеновском дифрактометре. Правила эксплуатации рентгеновского дифрактометра.

**Тема 10. Особенности подготовки образцов для исследования, съемки и расшифровки дифрактограмм Сборники дифракционных данных**

письменная работа , примерные вопросы:

Особенности подготовки образцов к исследованию. Порошковые препараты, ориентированные препараты, метод отмучивания. Базы данных дифракционных данных.

**Тема 11. Определение углов Брегга и межплоскостных расстояний минералов по дифрактограмме многофазной системы. Определение минерального состава горных пород по расчетам дифрактограммы.**

контрольная работа , примерные вопросы:

Определение углов Брегга и межплоскостных расстояний минералов по дифрактограмме многофазной системы. Определение минерального состава горных пород по расчетам полученной дифрактограммы.

**Тема 12. Определение шага периодичности структуры кристалла. Метод вращения (метод Лауэ). Слоевые линии. Расстояния между слоевыми линиями. Определение размеров ячейки (ячейки Браве) и числа формульной единицы в ячейке.**

устный опрос , примерные вопросы:

Определение шага периодичности структуры кристалла. Метод вращения (метод Лауэ). Определение размеров ячейки (ячейки Браве).

**Тема 13. Расчет дифрактограммы порошка кристаллов кубической и тетрагональной сингоний. Индексирование дифрактограмм и определение параметров ячейки кристалла. Стандартные программы индексирования и определения метрики решетки (методы МНК).**

домашнее задание , примерные вопросы:

Определение параметров элементарной ячейки для дифрактограмм порошка кристаллов кубической, тетрагональной сингоний.

**Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к зачету:

Вопросы к зачету:

1. Природа рентгеновских лучей. Свойства рентгеновских лучей.
2. Уравнение Вульфа-Брегга
3. Параметры элементарной ячейки. Символы рентгеновского отражения (символы ин-терференции hkl). Обратная решетка.
4. Построение Эвальда.
5. Устройство дифрактометра. Рентгеновская трубка, спектр излучения рентгеновской трубки
- 6 . Подготовка образца к съемке. Режимы съемки дифрактограмм.. Расчет межплоскостных расстояний
7. Картотеки данных. Работа с ключами.
8. Индексирование дифрактограммы порошка кристаллов кубической сингонии
9. Расчет параметров элементарной ячейки
10. Вычисление межплоскостных расстояний по параметрам ячейки кристалла.

Максимальная сумма баллов за семестр - 100, складывается из вкладов за работу в семестре - 50 баллов, за ответ на зачете - 50 баллов

Виды самостоятельной работы студентов:

- изучение теоретического лекционного материала;
- проработка теоретического материала (конспекты лекций, основная и дополнительная литература);

- расшифровка дифрактограммы и идентификация кристаллического вещества по картотекам.
- индцирование атомных плоскостей.
- расчет размеров элементарной ячейки.
- построение градуировочной кривой для метода количественного анализа.
- вычисления межплоскостных расстояний в кристаллах различных сингоний.
- определение областей когерентного рассеяния.

### 7.1. Основная литература:

1. Материаловедение: Учебное пособие / В.А. Стуканов. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ Инфра-М, 2012. - 368 с. URL: <http://znanium.com/bookread.php?book=346579>
2. Материаловедение: Учебное пособие / В.А. Стуканов. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 368 с. URL: <http://znanium.com/bookread.php?book=430337>
3. Брагина, В. И. Кристаллография, минералогия и обогащение полезных ископаемых [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. И. Брагина. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012. - 152 с. URL: <http://znanium.com/bookread.php?book=492236>

### 7.2. Дополнительная литература:

1. Материаловедение и технологии электроники: Учебное пособие / В.И. Капустин, А.С. Сигов. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 427 с. URL: <http://znanium.com/bookread.php?book=416461>
2. Егоров-Тисменко, Ю.К.. Кристаллография и кристаллохимия: учебник для студентов вузов, обучающихся по спец "Геология" / Ю.К. Егоров-Тисменко. Москва: КДУ, 2005. 587 с.

### 7.3. Интернет-ресурсы:

Минералогическая база данных - <http://database.iem.ac.ru/mincryst/>  
Портативный рентгеновский дифрактометр "РИКОР-5" - [www.xrayoptic.ru/rikor\\_5.htm](http://www.xrayoptic.ru/rikor_5.htm)  
Рентгеновский фазовый анализ - [dic.academic.ru?](http://dic.academic.ru/)  
Рентгенографический фазовый анализ - [http://dssp.petrsu.ru/p/tutorial/fopi/methods/met\\_2.html](http://dssp.petrsu.ru/p/tutorial/fopi/methods/met_2.html)  
справочник по пространственным группам симметрии кристаллов. - <http://www.calidris-em.com/spacegroupexplorer.php>  
структурная база данных Американского минералогического общества. - <http://rruff.geo.arizona.edu/AMS/amcsd.php>

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Рентгенографический анализ" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Рентгеновский дифрактометр, программное обеспечение PDF-2 2010 DDView, база данных PDF-2 2010 с лицензией.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 020700.62 "Геология" и профилю подготовки Геология .

Автор(ы):

Низамутдинов Н.М. \_\_\_\_\_

Ескина Г.М. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Кринари Г.А. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.