Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
КАЗАНСКИЙ (ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
Институт геологии и нефтегазовых технологий

«УТВЕРЖДАЮ»
Проректор _____ Д.К.
«30» _____ 20

Программа дисциплины

Б1.В.ДВ.2 – Физика минералов

Направление подготовки: 05.06.01 Науки о Земле

Профиль подготовки: Литология

Квалификация выпускника: «Исследователь. Преподаватель-исследователь»

Казань 2014

1. КРАТКАЯ АННОТАЦИЯ

Физика минералов – раздел минералогии, посвященный изучению физических (магнитных, люминесцентных, электрических, тепловых и др.) свойств минералов. Включает научно-методические основы исследования минеральных веществ как твёрдых кристаллических тел и все физические методы, применяемые при минералого-геохимических, рудно-петрографических исследованиях и при геологоразведочных работах. Физика минералов занимает пограничное положение между материаловедением, циклом наук о Земле и технологией переработки и использования минерального сырья. Физика минералов имеет фундаментальное значение для познания природы минерального вещества, играет важную роль в разработке научных основ поисковой и технологической минералогии, минералогического материаловедения, физики горных пород и др. На основе физики минералов разрабатываются критерии прогноза рудных месторождений полезных ископаемых при активных и пассивных методах зондирования земной поверхности.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОПОП

Физика минералов являются освоение аспирантами методологических основ специализации в области физики Земли, формирование представлений о роли экспериментальных и теоретических методов познания окружающего мира, развитие навыков самостоятельного решения задач в области физических исследований природных объектов – пород и минералов, мотивирование на изучение современной научной литературы.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Обучающийся, завершивший изучение дисциплины, должен

знать: методы анализа вещества Земли - радио-, оптическую, люминесцентную, мессбауэровскую, инфракрасную и рентгеноэлектронную спектроскопию;

уметь: интерпретировать результаты научных наблюдений в области физики минералов

владеть: знаниями в области фундаментальных явлений и эффектов в области физики, экспериментальными, теоретическими и компьютерными методами исследований в этой области;

математическим анализом, теорий функций комплексной переменной, аналитической геометрией, векторным и тензорным анализом, дифференциальными и интегральными уравнениями, теорией вероятности и математической статистикой.

демонстрировать способность и готовность:

- применять результаты освоения дисциплины в профессиональной деятельности.

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	**Расшифровка приобретаемой компетенции**
УК-5	способностью планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития.
ОПК-1	способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий.
ПК- 17	понимать общие закономерности формирования и строения земной коры и осадочных толщ, уметь формулировать задачи в литологии в рамках определенных геологических проблем
ПК-18	уметь выбирать методику литологических, минералогических и

	геохимических исследований для корректного решения геологических задач
ПК-19	быть готовым к решению практических задач при ведении геологоразведочных работ, применять полученные навыки в практической работе с геологическим материалом

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины (в часах) по видам нагрузки обучающегося и по разделам дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

Форма промежуточной аттестации по дисциплине: зачет в 4 семестре.

	Раздел дисциплины	Семестр	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа
1.	Введение.	4	2	2	0	10
2.	Введение в минералогию и петрографию.	4	2	2	0	10
3.	Введение в кристаллографию.	4	2	2	0	10
4.	Внутреннее строение Земли.	4	2	2	0	10
5.	Геохронология. Время в геологии.	4	4	4	0	12
6.	Физические методы анализа.	4	4	4	0	10
7.	Введение в рентгенографию.	4	2	2	0	10

Критерии оценки

Зачтено: освоен превосходный, продвинутый или пороговый уровень всех составляющих компетенций, если аспирант демонстрирует хорошие знания в ходе занятий, проявляет активность на семинарских занятиях, посещены все лекционные занятия, аспирант проявляет активность и инициативность в изучении материала. Аспирант владеет навыками готовности применять на практике базовые общепрофессиональные знания при решении производственных задач в соответствии с профилем программы аспирантуры

Не зачтено: не освоен пороговый уровень всех составляющих компетенций, если аспирант не демонстрирует средние знания в ходе занятий, не проявляет активности на семинарских занятиях, есть пропуски лекционных занятий. Оценка « не зачтено» отмечает такие недостатки в подготовке аспиранта (соискателя), которые являются серьезным препятствием к успешной профессиональной и научной деятельности.

4.2 Содержание дисциплины

1. Введение. История формирования науки о физических методах исследования минералов и горных пород.

2. Введение в минералогию и петрографию.

Минералогия – наука о минералах. Понятия минерала и минерального вида. Химические соединения и типы химических связей, кристаллическая структура и свойства кристаллов, физические свойства минералов. Систематика минералов – кристаллохимическая и генетическая. Общая, генетическая и описательная минералогия. Минералогия и кристаллография. Геометрическая кристаллография, кристаллохимия и кристаллофизика. Аморфные и кристаллические минералы. Кристаллы как гомогенные анизотропные тела. Векторные и скалярные свойства минералов. Рост кристаллов. Направление и скорость роста граней. Скелетные кристаллы. Зонарное строение кристаллов. Равноценные грани кристаллов (на примере кристаллов галенита, флюорита, кварца). Спайность кристаллов. Простые формы кристаллов и их комбинации. Внешнее и внутреннее кристаллическое строение минералов. Закон постоянства углов Стенона. Измерение углов кристаллов и измерительные приборы (прикладной и отражательный гониометр). Значение углов для классификации и диагностики минералов. Кристаллографические оси. Параметры грани. Основные формы. Семь систем кристаллов.

Определение понятий «горная порода» и «минерал». Некоторые известные минералы. Строение атома и типы химических связей между атомами. Ковалентная связь (на примере структуры алмаза). Ионная связь (на примере структуры галита NaCl). Металлическая связь (на примере пирита). Ван дер Ваальсовы связи (на примере графита). Водородные связи (вода). Внутрення структура минералов. Ионные радиусы элементов и структура. Связь внутренней структуры и формы кристаллов. Полиморфизм минералов. Структура силикатов (цепочечные, ленточные, листовые, островные силикаты). Кварц. Полевой шпат. Другие минеральные группы (карбонаты, оксиды, сульфиды, сульфаты, фосфаты). Изоморфизм.Физические свойства минералов. Спайность, излом, твердость, цвет, цвет черты, габитус кристаллов, магнитность, растворимость, плотность. Минералы под микроскопом. Поляризационный микроскоп. Электронный микроскоп.

3. Введение в кристаллографию.

Точечные группы. Симметрия. Мотив симметрии. Операции симметрии. Элементы симметрии. Симметрия на плоскости. Поворотные оси второго, третьего, четвертого, шестого порядков. Базовые элементы симметрии на плоскости и их обозначения. Конгруэнтные и энантиоморфные операции симметрии. Точечные группы. Симметрия в пространстве. Инверсионные оси. 32 кристаллографических класса точечных групп, их названия и обозначения. Семь кристаллических систем (сингоний). Морфология кристаллов. Грани кристаллов и углы между ними. Грани кристаллов и кристаллографические оси. Индексы Миллера. Форма – объединение симметрично эквивалентных граней. Грани простой формы циркона. Открытые и закрытые простые формы. Описание кристалла: класс симметрии, отношение осей, индексы простых форм. Зоны кристалла. Оси зоны. Изображение кристаллов. Стереографическая проекция кристаллов. Сетка Вульфа.

Пространственная решетка. Элементы симметрии. Симметричные преобразования. Операторы симметрии в кристаллографии. Элементарная ячейка. Системы кристаллов – кубическая, тетрагональная, тригональная, гексагональная, ромбическая, моноклинная, триклинная. Пространственная решетка. Решетки Браве. Примитивная, объемоцентрированная, гранецентрированная элементарные ячейки. Пространственные группы. Обозначения пространственных групп. Описание структуры минерала.

4. Внутреннее строение Земли. Изучение внутреннего строения Земли с помощью сейсмических волн. Отражение и преломление волн. Отражение и преломление сейсмических волн в земной коре. Открытие мантии Земли. О теневой зоне P-волн. Строение и состав Земли. Внутренние оболочки Земли. Земная кора и литосфера. Изостазия и изостатическое равновесие. Фазовые переходы в мантии. Земная кора. Внутреннее тепло Земли. Конвекция. Мантийная конвекция. Передача тепловой энергии как движущая сила геологических процессов. Магнитное поле Земли. Магнитное поле. Магнитосфера. Конвекция во внешнем ядре. Намагниченность осадочных пород. Инверсии магнитного поля. Тектоника плит. Гипотеза Вегенера, основные положения. Топография океанического дна. Возраст океанического дна. Магнитные аномалии. Вулканическая активность и землетрясения. Литосферные плиты. Движущие силы. Конвекция в мантии. Движущие силы тектоники плит.

5. Радиационные явления в природе и абсолютная геохронология. Время в геологии. История возникновения Вселенной. Большой взрыв. Возникновение элементов. Ядерные реакции, протекающие в звездах и приводящие к синтезу химических элементов. Rb-Sr – метод определения абсолютного возраста пород и минералов. Rb и Sr в периодической системе и в таблице нуклидов. Механизм β^--распада. Радиоактивный распад и образование новых изотопов. Rb- Sr изохронная диаграмма. Фундаментальное уравнение. K-Ar и Ar-Ar – методы определения абсолютного возраста. K и Ar в периодической системе и в таблице нуклидов. Распространенность в земной коре, калий-содержащие минералы. Радиоактивный распад ^{40}K. Отношение ^{40}Ar/^{40}K и возраст. Температура закрытия системы и возраст остывания. Температуры закрытия некоторых минералов. Ar-Ar – метод. Неоднородное распределение аргона. Превращение ^{39}K в ^{39}Ar. Датирование с помощью лазера. Возраст эксгумации. U - Pb – методы определения абсолютного возраста. U, Th и Pb в периодической системе и в таблице

нуклидов. Механизм α-распада. Разветвленный распад. Серия распада ^{238}U, ^{235}U и ^{232}Th. Секулярное равновесие. Период полураспада серии нуклидов ^{238}U. Диаграммы конкордии и дискордии. Sm-Nd – метод датирования. Sm-Nd в периодической системе и в таблице нуклидов. Механизм распада. Изохронная диаграмма.

6. Физические методы анализа вещества Земли. Методы, основанные на измерении поглощенного, рассеиваемого и испускаемого (вторичного) излучения. Термический анализ (термография). Основные типы аналитических методик: методики элементного анализа (масс-спектроскопический и ретгенофлюоресцентный анализ), методики структурного анализа; радио-, оптическая, люминесцентная, мессбауэровская, инфракрасная, рентгеноэлектронная спектроскопия; сканирующая и просвечивающая электронная, ионная, лазерная, атомная силовая и туннельная микроскопия.

7. Введение в рентгенографию. Рентгеновские лучи. Генерация рентгеновских лучей и возможности их использования для целей кристаллографии. Рентгеновская трубка. Сплошное и характеристическое рентгеновское излучение. Уравнение Брэггов. Методы рентгенографии.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

На лекциях: Аудиторное обучение, Компьютерные технологии

На семинарах: Самостоятельная работа студентов (повышение теоретического уровня, проведение экспериментальных исследований).

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Вопросы к практическим занятиям

1. История формирования науки о физических методах исследования минералов и горных пород.
2. Минералогия – наука о минералах. Понятия минерала и минерального вида.
3. Химические соединения и типы химических связей, кристаллическая структура и свойства кристаллов, физические свойства минералов.
4. Систематика минералов – кристаллохимическая и генетическая. Общая, генетическая и описательная минералогия. Минералогия и кристаллография. Геометрическая кристаллография, кристаллохимия и кристаллофизика.
5. Аморфные и кристаллические минералы. Кристаллы как гомогенные анизотропные тела. Векторные и скалярные свойства минералов.
6. Рост кристаллов. Направление и скорость роста граней.
7. Скелетные кристаллы. Зонарное строение кристаллов.
8. Равноценные грани кристаллов (на примере кристаллов галенита, флюорита, кварца). Спайность кристаллов. Простые формы кристаллов и их комбинации.
7. Внешнее и внутреннее кристаллическое строение минералов. Закон постоянства углов Стенона. Измерение углов кристаллов и измерительные приборы (прикладной и отражательный гониометр).
8. Значение углов для классификации и диагностики минералов. Кристаллографические оси. Параметры грани. Основные формы. Семь систем кристаллов.
9. Определение понятий «горная порода» и «минерал». Некоторые известные минералы. Строение атома и типы химических связей между атомами. Ковалентная связь (на примере структуры алмаза). Ионная связь (на примере структуры галита NaCl).
10. Металлическая связь (на примере пирита). Ван дер Ваальсовы связи (на примере графита). Водородные связи (вода). Внутрення структура минералов. Ионные радиусы элементов и структура.

11. Связь внутренней структуры и формы кристаллов. Полиморфизм минералов. Структура силикатов (цепочечные, ленточные, листовые, островные силикаты). Кварц. Полевой шпат. Другие минеральные группы (карбонаты, оксиды, сульфиды, сульфаты, фосфаты).

12. Изоморфизм.Физические свойства минералов. Спайность, излом, твердость, цвет, цвет черты, габитус кристаллов, магнитность, растворимость, плотность. Минералы под микроскопом. Поляризационный микроскоп. Электронный микроскоп.

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

7.1. Регламент дисциплины

Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде собеседования педагогического работника с обучающимися.

7.2. Оценочные средства текущего контроля

Оценка проводится по количеству набранных баллов и ставится зачет или незачет

Тестирование по темам 1-4.

Примеры тестовых заданий:

Разработка тестов по темам лекций.

Темы рефератов

1. Спектроскопические методы исследования вещества
2. Структурные методы исследования вещества
3. Химические методы исследования вещества
4. Рентгеновские лучи. Генерация рентгеновских лучей и возможности их использования для целей кристаллографии.
5. Радиационные явления в природе и абсолютная геохронология.
6. Rb-Sr – метод определения абсолютного возраста пород и минералов.
7. Точечные группы. Симметрия. Мотив симметрии. Операции симметрии.

Письменное домашнее задание

Нет.

7.3. Вопросы к зачету

1. Минералогия – наука о минералах. Понятия минерала и минерального вида.
2. Химические соединения и типы химических связей. Систематика минералов – кристаллохимическая и генетическая.
3. Геометрическая кристаллография, кристаллохимия и кристаллофизика. Аморфные и кристаллические минералы. Гомогенность. Аморфные (изотропные)тела. Кристаллические (анизотропные) тела.
4. Рост кристаллов, скорость роста граней. Скелетные кристаллы. Зонарное строение кристаллов. Простые формы кристаллов и их комбинации. Углы кристаллов и закон постоянства углов Стенона. Параметры грани. Семь систем кристаллов.
5. Структура силикатов. Цепочечные, ленточные, листовые и островные силикаты.
6. Карбонаты, оксиды, сульфиды, сульфаты, фосфаты.
7. Физические свойства минералов. Изоморфизм. Спайность, излом, твердость, цвет, цвет черты, габитус кристаллов, магнитность, растворимость, плотность. Минералы под микроскопом. Поляризационный микроскоп.
8. Точечные группы. Симметрия. Мотив симметрии. Операции симметрии. Элементы симметрии. Симметрия на плоскости. 32 кристаллографических класса точечных групп, их названия и обозначения. Семь кристаллических систем (сингоний).
9. Морфология кристаллов. Индексы Миллера. Грани кристаллов и углы между ними. Грани кристаллов и кристаллографические оси. Открытые и закрытые простые формы.

Описание кристалла: класс симметрии, отношение осей, индексы простых форм. Зоны кристалла.

10. Стереографическая проекция кристаллов. Сетка Вульфа.

11. Пространственная решетка. Элементы симметрии. Симметричные преобразования. Элементарная ячейка. Системы кристаллов – кубическая, тетрагональная, тригональная, гексагональная, ромбическая, моноклинная, триклинная. Решетки Браве. Пространственные группы.

12. Рентгеновские лучи. Генерация рентгеновских лучей и возможности их использования для целей кристаллографии. Уравнение Брэггов. Методы рентгенографии.

13. Изучение внутреннего строения Земли с помощью сейсмических волн. Отражение и преломление волн. Отражение и преломление сейсмических волн в земной коре. Открытие мантии Земли.

14. Земная кора и литосфера. Изостазия и изостатическое равновесие. Земная кора. Внутреннее тепло Земли. Конвекция. Мантийная конвекция.

15. Магнитное поле Земли. Конвекция во внешнем ядре. Намагниченность осадочных пород. Инверсии магнитного поля.

16. Тектоника плит. Гипотеза Вегенера, основные положения. Топография океанического дна. Возраст океанического дна. Магнитные аномалии. Литосферные плиты. Конвекция в мантии. Время в геологии. История возникновения Вселенной. Большой взрыв. Возникновение элементов. Ядерные реакции, протекающие в звездах и приводящие к синтезу химических элементов.

18. Rb-Sr – метод определения абсолютного возраста пород и минералов. Rb и Sr в периодической системе и в таблице нуклидов. Механизм β^--распада. Радиоактивный распад и образование новых изотопов. Rb- Sr изохронная диаграмма. Фундаментальное уравнение.

19. K-Ar и Ar-Ar – методы определения абсолютного возраста. K и Ar в периодической системе и в таблице нуклидов. Распространенность в земной коре. Калий-содержащие минералы. Радиоактивный распад ^{40}K. Механизмы распада. Отношение ^{40}Ar/^{40}K и возраст. Датирование с помощью лазера.

20. U - Pb – методы определения абсолютного возраста. U, Th и Pb в периодической системе и в таблице нуклидов. Механизм α-распада. Разветвленный распад. Серия распада ^{238}U, ^{235}U и ^{232}Th. Секулярное равновесие. Диаграммы конкордии и дискордии.

21. Sm-Nd – метод датирования. Sm-Nd в периодической системе и в таблице нуклидов. Механизм распада. Изохронная диаграмма.Аналитические методики, основанные на измерении поглощенного, рассеиваемого и испускаемого (вторичного) излучения. Термический анализ (термография). Методики элементного анализа (масс-спектроскопический и ретгенофлюоресцентный анализ).

24. Методики структурного анализа с использованием рентгеновского, синхротронного, нейтронного излучения.

25. Радио-, оптическая, люминесцентная, мессбауэровская, инфракрасная, рентгеноэлектронная спектроскопия.

26. Сканирующая и просвечивающая электронная, ионная, лазерная, атомная силовая, туннельная микроскопия.

7.4. Таблица соответствия компетенций, критериев оценки их освоения и оценочных средств

Индекс компетенции	**Расшифровка компетенции**	**Показатель формирования компетенции для данной дисциплины**	**Оценочное средство**
УК-5	способностью планировать и решать	Способен самостоятельно	Устный опрос

	задачи собственного профессионального и личностного развития.	планировать и решать задачи собственного профессионального и личного развития. Способен самостоятельно оценивать текущую ситуацию, степень подготовленности к тому или иному виду работ, исследований, оценивать адекватно свои способности и возможности	
ОПК-1	способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий.	Способен самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность, планировать и проводить эксперимент, обобщать результаты с использованием современных аналитических методов и информационно-коммуникационных технологий	Устный опрос
ПК- 17	понимать общие закономерности формирования и строения земной коры и осадочных толщ, уметь формулировать задачи в литологии в рамках определенных геологических проблем	Знание руководящего документа по составлению научной отчетности с результатами научных исследований	Устный опрос
ПК-18	уметь выбирать методику литологических, минералогических и геохимических исследований для корректного решения геологических задач	Умеет применить на практике знания по сбору, обработке и анализу различных видов научно-исследовательской информации.	Устный опрос
ПК-19	быть готовым к решению практических задач при ведении геологоразведочных работ, применять полученные навыки в практической работе с	Умеет применить на практике знания по сбору, обработке и анализу различных видов материалов и решению задач по территориальному	Устный опрос

	геологическим материалом	планированию, проектированию и прогнозированию.	

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПРИ ОСВОЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Текущий контроль осуществляется посредством тестовых опросов проводимых на каждом теоретическом занятии и самостоятельных работ на практических занятиях. Получить допуск к зачету студенты могут только после успешной сдачи всех тестовых опросов семестра. Для получения зачета студенты должны провести определение коллекции минералов, предложенных преподавателем, с применением методов и оборудования, изученных во время практического курса.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

9.1. Основная литература

Рентгенография минералов калийных и калийно-магниевых солей / [Н. И. Наумкина, В. В. Власов, А. К. Вишняков] ; Федер. агентство по недропользованию, Федер. гос. унитар. предприятие "Центр. науч.-исслед. ин-т геологии неруд. полез. ископаемых" .— Казань : [Казанский университет], 2011 .— 113 с. : цв. ил. ; 21 .— Авт. указаны на обороте тит. л. — Библиогр.: с. 85-92. (2 экз.)

Процессы кристализации и затвердевания: Учебное пособие / Е.Л. Бибиков, А.А. Ильин. - М.: Альфа-М: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 352 с. URL: http://znanium.com/bookread.php?book=403173

Гзогян Т.Н., Булгакова А.П., Гзогян С.Р., Ряполов А.Н, Окисленные железистые кварциты КМА. Изменение состава и строения под воздействием физических полей/ Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – М.: Горная книга, 2012. – 32 с. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=49735

9.2. Дополнительная литература

Сонин А.С. Курс макроскопической кристаллофизики: учеб.пособ.: Для вузов. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 256с. URL: http://e.lanbook.com/view/book/59408/page109/

Пугачев В.М. Кристаллохимия: учебное пособие/ Кемеровский государственный университет. – Кемерово, 2013.- 104 с. URL: http://e.lanbook.com/view/book/44382/page33/

Бетехтин, Анатолий Георгиевич. Курс минералогии : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки 130300 "Прикладная геология" / А. Г. Бетехтин ; под науч. ред. Б. И. Пирогова и Б. Б. Шкурского .— Москва : Кн. дом Ун-т, 2008 .— 735 с. (299 экз.)

9.3. Интернет-ресурсы:

http://www.gia.edu/
http://www.gemology.ru/gemcenter/russia/index.htm
http://www.gigia.ru/
http://www.igc-gem.ru/
http://www.gemology.ru/cut/russian/links.htm

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1. Коллекция минералов
2. Коллекции поделочных камней
3. Компьютеры и проекционная техника (мультимедийные проекторы, экраны)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и с учетом рекомендаций по направлению подготовки.

Автор(ы): Бахтин А.И., Николаев А.Г.

Рецензент(ы): Лопатин О.Н.

Программа одобрена на заседании Учебно-методической комиссии Института геологии и нефтегазовых технологий КФУ от 30 сентября 2014 года, протокол № _12__.