



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФГБОУ ВО «ИГУ»

Кафедра полезных ископаемых, геохимии, минералогии и петрографии

УТВЕРЖДАЮ

Декан геологического факультета

 С.П. Примина

“27” марта 2025 г.



Рабочая программа дисциплины

Наименование дисциплины (модуля): *Б1.О.17 Минералогия*

Специальность: *21.05.02 Прикладная геология*

Специализация: *Геология месторождений нефти и газа*

Квалификация выпускника: *горный инженер-геолог*

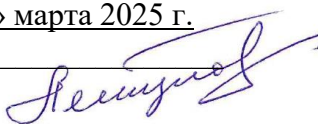
Форма обучения: *очная*

Согласовано с УМК геологического
факультета

Протокол № 4 от «27» марта 2025 г.

Председатель _____

Летунов С.П.



Рекомендовано кафедрой:

Протокол № 6_

От « 13 » марта 2025 г.

Зав. кафедрой _____

С.А. Сасим



Иркутск, 2025 г.

СОДЕРЖАНИЕ

I. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....	3
II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО	3
III. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	3
IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....	5
4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов	5
4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	6
4.3 Содержание учебного материала	10
4.3.1 Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ ...	12
4.3.2 Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение в рамках самостоятельной работы студентов	13
4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы	15
4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)	17
V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	17
а) перечень литературы	17
б) периодические издания	18
г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы	18
VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ...	18
6.1. Учебно-лабораторное оборудование.....	18
6.2. Программное обеспечение	18
6.3. Технические и электронные средства обучения	18
VII. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	19
VIII. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ	19
8.1. Оценочные материалы (ОМ)	19
8.1.1. Оценочные материалы для проверки текущей успеваемости	20
8.1.2 Оценочные материалы для промежуточной аттестации в форме зачета	25

I. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ):

Цель дисциплины: сформировать у обучающихся современные базовые представления о минералах и их классификации, строении и составе, генезисе, методах идентификации, прикладном и научном значении для решения задач профессиональной деятельности.

Задачи:

- ✓ показать роль и место минералогии в геологическом цикле наук;
- ✓ заложить основы современных положений теоретической минералогии;
- ✓ осветить принципы современной систематики минералов и показать ее основные характеристики;
- ✓ научить диагностировать минералы по комплексу выявленных физических, морфологических и генетических характеристик;
- ✓ научить использовать природные минеральные ассоциации для установления их генезиса.

II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Учебная дисциплина (модуль) «Минералогия» относится к обязательной части.

Для изучения данной учебной дисциплины (модуля) необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами: *«Общая геология», «Кристаллография», «Химия», «Физика»*

Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной: *«Петрография», «Литология», «Общая геохимия».*

III. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по данной специальности специализации «Геология нефти и газа»:

**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю),
соотнесенных с индикаторами достижения компетенций**

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
ОПК-13 Способен изучать и анализировать вещественный состав горных пород и руд и геолого-промышленные и генетические типы месторождений полезных ископаемых при решении задач по рациональному и комплексному освоению минерально-сырьевой базы	ИДКОПК-13.1 Использует современные методы изучения вещественного состава горных пород и руд	Знать: основные понятия минералогии и важнейшие породообразующие и рудные минералы и их свойства; особенности химического состава и строения важнейших породообразующих и рудных минералов для понимания конституции минералов и их проявления в свойствах минералов; главные современные методы исследования минералов Уметь: определять и описывать минералы, устанавливать минералогические ассоциации при проведении геологических работ Владеть: основными приемами макроскопической диагностики минералов по комплексу морфологических и физических свойств
	ИДКОПК13.2 Проводит описание и классифицирует горные породы и руды, в том числе идентифицирует минералы и горные породы и устанавливает взаимосвязь с их вещественным составом.	Знать: принципы современных минералогических классификаций, особенности химического состава, строения и физических свойств важнейших породообразующих и рудных минералов; Уметь: устанавливать взаимосвязь между конституцией и морфологическими и физическими свойствами минералов; на основе комплексного изучения макроскопических свойств минералов и их взаимоотношений делать выводы об условиях образования минералов; Владеть: навыками полевого определения и описания минералов и минеральных ассоциаций; основными приемами макроскопической диагностики минералов по комплексу морфологических и физических свойств.

IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Объем дисциплины составляет **4** зачетные единицы, что соответствует **144** академическим часам, в том числе **5** часа на экзамен.

Форма промежуточной аттестации: **экзамен.**

4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов

№ п/п	Раздел дисциплины/тема	Семестр	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, практическую подготовку и трудоемкость (в часах)			Формы текущего контроля успеваемости; форма промежуточной аттестации	
					Контактная работа преподавателя с обучающимися				Самостоятельная работа + КСР
					Лекции	Семинарские/ практические/ лабораторные занятия	Консультации		
1	Раздел 1. Введение в дисциплину.	второй	4		2			2	устный опрос
2	Раздел 2. Конституция минералов.		6		2			4	устный опрос
3	Раздел 2. Диагностические свойства минералов. Современные методы минералогических исследований.		12		2	6		4	устный опрос
4	Раздел 3. Генезис минералов. Распространенность минералов в земной коре и мантии.		10		4			4	устный опрос
5	Раздел 4. Классификация и номенклатура минералов.		4		2			2	устный опрос
6	Раздел 4. Тип 1. Самородные элементы и интерметаллические соединения.		8		2	2		2	собеседование / тестирование

7	Раздел 4.Тип 2. Сульфиды, сульфосоли и им подобные соединения.		12		2	6		4	собеседование / тестирование
8	Раздел 4. Тип 3. Галоидные соединения.		5		1	2		2	собеседование / тестирование
9	Раздел 4. Тип 4. Оксиды.		13		3	6		4	собеседование / тестирование
10	Раздел 4. Тип 5. Кислородные соли.		54		6	32		19	собеседование / тестирование
11	Раздел 5. Минеральный состав земной коры. Ассоциации минералов в горных породах и рудных месторождениях.		11		2	4	1	4	устный опрос
Всего			144	0	28	56	1	51+3	экзамен, 5 часов

4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения, № учебных недель учебному плану (КУГ)	Затраты времени (час.)		
второй	Раздел 1. Введение в дисциплину.	Работа с литературой, составление конспекта с выделением определений терминов	24-25	2	устный опрос	раздел Va, №1,2 раздел Vб, №1
	Раздел 2. Конституция минералов.	Работа с литературой, составление конспекта с выделением определений терминов	25-26	4	устный опрос	раздел Va, №1,2 раздел Vб, №1,2,3,4

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения, № учебных недель учебному плану (КУГ)	Затраты времени (час.)		
	Раздел 2. Диагностические свойства минералов. Современные методы минералогических исследований.	Работа с литературой, составление конспекта с выделением определений терминов	24-26	4	устный опрос	раздел Va, №1,2,4
второй	Раздел 3.Генезис минералов. Распространенность минералов в земной коре и мантии.	Работа с литературой, составление конспекта с выделением определений терминов	26-28	4	устный опрос	раздел Va, №1,2 раздел Vб, №1,2,3,4
	Раздел 4. Классификация и номенклатура минералов.	Работа с литературой, составление конспекта с выделением определений терминов	28-29	2	устный опрос	раздел Va, №1,2,4
	Раздел 4. Самородные элементы и интерметаллические соединения.	Работа с литературой, составление таблиц диагностических свойств минералов, составление конспектов, заучивание классификационной принадлежности изучаемых минералов, их химических формул, диагностических свойств, особенностей генезиса и областей применения	29-30	2	собеседование / тестирование	раздел Va, №1,2,4

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения, № учебных недель учебному плану (КУГ)	Затраты времени (час.)		
	Раздел 4. Сульфиды, сульфосоли и им подобные соединения.	Работа с литературой, составление таблиц диагностических свойств минералов, составление конспектов, заучивание классификационной принадлежности изучаемых минералов, их химических формул, диагностических свойств, особенностей генезиса и областей применения	29-30	4	собеседование / тестирование	раздел Va, №1,2,4
	Раздел 4. Галоидные соединения.	Работа с литературой, составление таблиц диагностических свойств минералов, составление конспектов, заучивание классификационной принадлежности изучаемых минералов, их химических формул, диагностических свойств, особенностей генезиса и областей применения	30-31	2	собеседование / тестирование	раздел Va, №1,2,4

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения, № учебных недель учебному плану (КУГ)	Затраты времени (час.)		
	Раздел 4. Оксиды.	Работа с литературой, составление таблиц диагностических свойств минералов, составление конспектов, заучивание классификационной принадлежности изучаемых минералов, их химических формул, диагностических свойств, особенностей генезиса и областей применения	30-31	4	собеседование / тестирование	раздел Va, №1,2,4
	Раздел 4. Кислородные соли.	Работа с литературой, составление таблиц диагностических свойств минералов, составление конспектов, заучивание классификационной принадлежности изучаемых минералов, их химических формул, диагностических свойств, особенностей генезиса и областей применения	32-36	19	собеседование / тестирование	раздел Va, №1,2,4
	Раздел 5. Минеральный состав земной коры. Ассоциации минералов в горных породах и рудных месторождениях.	Работа с литературой, составление конспекта с выделением определений терминов	36-37	4	устный опрос	раздел Va, №1,2,4 раздел Vб, №1,2,3,4
	Общий объем самостоятельной работы по дисциплине (час)			51		

4.3 Содержание учебного материала

Раздел 1. Введение в дисциплину.

1.1. Введение. Краткий обзор фундаментальной отечественной и зарубежной литературы по курсу. Краткий обзор электронных ресурсов, включая минералогические базы данных. Современная минералогия как наука, ее содержание и задачи. Понятие о минерале. Основные этапы истории развития минералогии. Связь минералогии с другими науками. Основные направления в современной минералогии. Научное и практическое значение современной минералогии.

Раздел 2. Конституция, свойства минералов и методы исследования минералов.

2.1. Конституция минералов. Типы химической связи в минералах. Атомные и ионные радиусы. Координационные числа и координационные многогранники. Изоморфизм. Типы изоморфных замещений. Структурное упорядочение. Твердые растворы и их распад. Полиморфизм. Политипия. Расчет химических формул минералов.

2.2. Диагностические свойства минералов: блеск, цвет, черта, прозрачность, твердость, спайность, удельный вес, облик кристаллов, морфология агрегатов, магнитность, электропроводность, люминесценция, радиоактивность, качественные химические реакции и др. Связь физических свойств с составом, структурой и условиями образования минералов (типоморфизм). Природа окраски минералов.

2.3. Современные методы минералогических исследований. Рентгенофлуоресцентный анализ, сканирующая электронная микроскопия, рентгеноспектральный электронно-зондовый микроанализ, КР- и ИК-спектроскопия, рентгеноструктурный анализ, электронография и др.

Раздел 3. Генезис минералов.

3.1. Земная кора и особенности ее состава. Основные сведения и характеристики геосфер земли. Химический и минеральный состав земной коры.

3.2. Образование минералов в природе. Понятие о процессах минералообразования: магматическом: пегматитовом, пневматолитовом, гидротермальном, метаморфическом, метасоматическом, гипергенном. Распространенность минералов в земной коре и мантии.

Раздел 4. Описательная минералогия.

4.1. Классификация и номенклатура минералов.

4.2. Самородные элементы и интерметаллические соединения. Общая характеристика и условия образования в природе. Класс металлы: медь, серебро, золото, платина, поликсен, самородное железо. Класс полуметаллы: мышьяк, сурьма, висмут. Класс неметаллы: алмаз, графит, сера.

4.3. Сульфиды, сульфосоли и им подобные соединения. Общая характеристика и условия образования в природе. Основы систематики сульфидов и их аналогов.

Класс простые сернистые и им подобные соединения. Группа халькозина: халькозин, аргентит, акантит. Группа галенита: галенит. Группа сфалерита: сфалерит, вюртцит, киноварь. Семейство пирротина: гексапирротин, клинопирротин, пентландит. Группа халькопирита: халькопирит, борнит. Группа ковеллина: ковеллин. Группа аурипигмента: аурипигмент, реальгар. Группа стибнита: стибнит, висмутин. Группа молибденита: молибденит. Группа пирита: пирит, марказит, арсенопирит. Класс сульфосоли. Группа тетраэдрита (блеклые руды): теннантит, тетраэдрит. Группа прустита: прустит, пираргирит, стефанит. Группа сульфосолей свинца: буланжерит, джемсонит.

4.4. Галоидные соединения. Общая характеристика и условия образования в природе. Класс фториды: флюорит. Класс хлориды: галит, сильвин.

4.5. Оксиды. Общая характеристика и условия образования в природе. Основы систематики оксидов и гидроксидов.

Класс простые и сложные оксиды. Группа куприта: куприт. Семейство корунда – ильменита: корунд, гематит, ильменит. Группа браунита: браунит. Семейство шпинелидов:

шпинель, магнетит, хромшпинелиды, гаусманит, хризоберилл. Группа рутила: рутил, анатаз, касситерит. Группа колумбита-танталита: колумбит, танталит, пиролюзит. Группа криптомелана: криптомелан. Группа перовскита: перовскит. Группа пирохлора: пирохлор, самарскит. Группа уранинита: уранинит. Семейство кремнезема: α -кварц, тридимит, кристобалит, опал.

Класс гидроксиды. Группа брусита: брусит. Группа гиббсита: гиббсит. Группа лепидокрокита-гётита: бёмит, лепидокрокит, диаспор, гётит.

4.6. Кислородные соли.

Класс карбонаты. Общая характеристика и условия образования в природе. Безводные карбонаты. Группа кальцита: кальцит, магнезит, доломит, анкерит, сидерит, родохрозит, смитсонит. Группа доломита: доломит, анкерит. Группа арагонита: арагонит, церуссит, стронцианит. Карбонаты с дополнительными анионами: малахит, азурит.

Класс сульфаты. Общая характеристика и условия образования в природе. Группа барита: барит, целестин, англезит. Группа гипса: ангидрит, гипс. Группа алунита: алунит, ярозит.

Класс молибдаты и вольфраматы. Общая характеристика и условия образования в природе. Группа вольфрамита: ферберит, гюбнерит. Группа шеелита: повеллит, шеелит.

Класс. Фосфаты, арсенаты и ванадаты. Общая характеристика и условия образования в природе. Безводные фосфаты, арсенаты и ванадаты. Группа монацита: монацит, ксенотим. Группа апатита: апатит. Водные фосфаты, арсенаты и ванадаты. Группа вивианита: вивианит, аннабергит, эритрин. Группа бирюзы: бирюза.

Класс силикаты и алюмосиликаты. Современное представление о структурных типах силикатов. Основы современной кристаллохимической классификации силикатов. Островные силикаты. Общая характеристика и условия образования в природе.

Островные силикаты с изолированными кремнекислородными тетраэдрами: без добавочных анионов: фенакит, минералы группы оливина (изоморфные ряды форстерит-фаялит-тефроит), минералы группы гранатов (пироп, альмандин, спессартин, гроссуляр, андрадит, уваровит, шорломит, гидрогранаты), циркон, торит. Островные силикаты с изолированными кремнекислородными тетраэдрами и добавочными анионами: дистен, андалузит, силлиманит, ставролит, топаз, титанит, хлоритоид. Островные силикаты со сдвоенными кремнекислородными тетраэдрами (диортосиликаты) и добавочными анионами: ильваит, каламин, лампрофиллит. Островные силикаты с изолированными и сдвоенными кремнекислородными тетраэдрами, содержащими добавочные анионы: цоизит, эпидот, ортит, везувиан. Островные силикаты кольцевого типа: берилл, кордиерит, диоптаз, турмалин, эвдиалит.

Цепочечные силикаты. Общая характеристика и условия образования в природе. Особенности кристаллических структур пироксенов и пироксеноидов. Вариации химических составов пироксенов. Диаграммы классификации пироксенов. Ромбические пироксены: минералы ряда энстатит-ферросилит. Моноклинные пироксены: минералы ряда клиноэнстатит-клиноферросилит, пижонит, минералы ряда диопсид-геденбергит, авгит, эгирин, жадеит, сподумен. Пироксеноиды: волластонит, родонит.

Ленточные силикаты. Общая характеристика и условия образования в природе. Подходы к современной классификации амфиболов. Ромбические амфиболы: антофиллит, жедрит. Моноклинные амфиболы: минералы ряда тремолит-актинолит, роговые обманки; амфиболовые асбесты.

Слоистые силикаты и алюмосиликаты. Общая характеристика и условия образования в природе. Типы сеток в структуре слоистых силикатов; смешанослойные силикаты. Силикаты с двухслойным пакетом: каолинит, минералы группы серпентина (антигорит, лизардит, хризотил). Силикаты с трехслойным пакетом: тальк, пирофиллит, слюды (мусковит, парагонит, флогопит, биотит, лепидомелан, лепидолит, циннвальдит), хрупкие слюды (маргарит), гидрослюды (гидромусковит, вермикулит, глауконит), монтмориллонит,

нонtronит. Силикаты с четырехслойным пакетом: минералы группы хлоритов (пеннин, клинохлор, прохлорит, тюрингит, шамозит). Пренит, апофиллит.

Каркасные алюмосиликаты. Общая характеристика и условия образования в природе. Безводные каркасные алюмосиликаты: полевые шпаты (калиево-натриевые полевые шпаты - ортоклаз, микроклин, санидин; плагиоклазы - альбит, олигоклаз, андезин, лабрадор, битовнит, анортит), лейцит, нефелин, скаполиты (мейонит-мариалит), канкринит, содалит, лазурит. Водосодержащие каркасные алюмосиликаты без добавочных анионов (цеолиты): натролит, анальцим, шабазит, стильбит, гейландит.

Раздел 5. Заключительная часть

5.1. Минеральный состав земной коры. Количественное значение различных типов химических соединений в земной коре. Особенности состава и распределения минералов в земной коре.

5.2. Ассоциации минералов в горных породах и рудных месторождениях. Минералы глубинных изверженных пород и магматических рудных месторождений. Важнейшие ассоциации минералов в пегматитах. Ассоциации минералов в контактово-метасоматических образованиях. Минералы гидротермальных месторождений полезных ископаемых. Минералы эффузивных горных пород и продукты вулканических эксгальций. Минералы коры выветривания. Минералы осадочных горных пород. Минералы метаморфизованных горных пород и рудных месторождений. Минералы метаморфических месторождений полезных ископаемых.

4.3.1 Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/п	№ Раздела и темы	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (час.)		Оценочные средства	Формируемые компетенции (индикаторы)*
			Всего часов	Из них практическая подготовка		
1	2	Диагностические свойства минералов	6	-	Собеседование / тестирование	ИДКОПК-13.1 ИДКОПК-13.2
2	4	Тип 1. Самородные элементы	2	-	Собеседование / тестирование	ИДКОПК-13.1 ИДКОПК-13.2
3	4	Тип 2. Сульфиды	6	-	Собеседование / тестирование	ИДКОПК-13.1 ИДКОПК-13.2
4	4	Тип 3. Галоиды	2	-	Собеседование / тестирование	ИДКОПК-13.1 ИДКОПК-13.2
5	4	Тип 4. Оксиды	6	-	Собеседование / тестирование	ИДКОПК-13.1 ИДКОПК-13.2
6	4	Тип 5. Соли кислородсодержащих кислот. Класс 5.1. Карбонаты. Класс 5.2. Сульфаты Класс 5.3. Вольфраматы Класс 5.4. Фосфаты	6	-	Собеседование / тестирование	ИДКОПК-13.1 ИДКОПК-13.2
7	4	Класс 5.5. Силикаты Подкласс 5.5.1. Силикаты с изолированным кремнекислородным тетраэдром в кристаллической структуре.	8	-	Собеседование / тестирование	ИДКОПК-13.1 ИДКОПК-13.2

		Подкласс 5.5.2. Силикаты с изолированными группами кремнекислородных тетраэдров в кристаллической структуре				
8	4	Подкласс 5.5.3. Силикаты с непрерывными цепочками и лентами кремнекислородных тетраэдров в кристаллической структуре	6	-	Собеседование / тестирование	ИДКОПК-13.1 ИДКОПК-13.2
9	4	Подкласс 5.5.4. Силикаты с непрерывными слоями кремнекислородных тетраэдров в кристаллической структуре	6	-	Собеседование / тестирование	ИДКОПК-13.1 ИДКОПК-13.2
10	4	Подкласс 5.5.5. Алюмосиликаты с трехмерными каркасами алюмо- и кремнекислородных тетраэдров в кристаллической структуре	6	-	Собеседование / тестирование	ИДКОПК-13.1 ИДКОПК-13.2
11	5	Минеральные ассоциации	4	-	Собеседование	ИДКОПК-13.2

4.3.2 Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение в рамках самостоятельной работы студентов

№ п/п	Тема	Задание	Формируемая компетенция	ИДК
1	Основные этапы истории развития минералогии.	Проработка источников информации путем повторения и углубления материала, полученного на лекционных занятиях. Дополнение лекционного конспекта.	ОПК-13	ИДКОПК-13.1
2	Тип 1. Самородные элементы и интерметаллические соединения. Класс полуметаллы. Минералы: <i>мышьяк, сурьма, висмут</i>	Проработка рекомендуемой литературы и электронных баз данных по выделенным курсивом минералам с добавлением в конспект лекций информации по классификационной принадлежности, химическому составу, диагностическим свойствам, условий образования и областей их	ОПК-13	ИДКОПК-13.1 ИДКОПК-13.2

		применения.		
3	Тип 2. Сульфиды, сульфосоли и им подобные соединения. Класс простые сернистые и им подобные соединения. Группа халькозина, минералы: <i>аргентит, акантит</i>. Группа сфалерита, минерал: <i>вюртцит</i>. Класс сульфосоли. Группа прустита, минералы: <i>прустит, пираргирит, стефанит</i>. Группа сульфосолей свинца, минералы: <i>буланжерит, джемсонит</i>.	Проработка рекомендуемой литературы и электронных баз данных по выделенным курсивом минералам с добавлением в конспект лекций информации по классификационной принадлежности, химическому составу, диагностическим свойствам, условий образования и областей их применения.	ОПК-13	ИДК _{ОПК-13.1} ИДК _{ОПК-13.2}
4	Тип 4. Оксиды. Класс простые и сложные оксиды. Группа пирохлора, минералы: <i>пирохлор, самарскит</i>. Группа уранинита, минерал: <i>уранинит</i>.	Проработка рекомендуемой литературы и электронных баз данных по выделенным курсивом минералам с добавлением в конспект лекций информации по классификационной принадлежности, химическому составу, диагностическим свойствам, условий образования и областей их применения.	ОПК-13	ИДК _{ОПК-13.1} ИДК _{ОПК-13.2}
5	Тип 5. Кислородные соли. Класс молибдаты и вольфраматы. Группа шеелита, минерал: <i>повеллит</i>. Класс. Фосфаты, арсенаты и ванадаты. Безводные фосфаты. Группа монацита, минералы: <i>монацит, ксенотим</i>. Водные фосфаты, арсенаты и ванадаты. Группа вивианита, минералы: <i>вивианит, аннабергит, эритрин</i>. Группа бирюзы, минерал: <i>бирюза</i>.	Проработка рекомендуемой литературы и электронных баз данных по выделенным курсивом минералам с добавлением в конспект лекций информации по классификационной принадлежности, химическому составу, диагностическим свойствам, условий образования и областей их применения.	ОПК-13	ИДК _{ОПК-13.1} ИДК _{ОПК-13.2}
6	Класс силикаты и алюмосиликаты. Подкласс островные силикаты с изолированными кремнекислородными тетраэдрами: без добавочных анионов, минералы: <i>фенакит, гранаты (гидрогранаты, шорломит), торит</i>. Подкласс островные силикаты с изолированными и двойными кремнекислородными тетраэдрами, содержащими добавочные анионы, минерал: <i>ортит</i>. Островные силикаты кольцевого типа, минералы: <i>кордиерит, диоптаз</i>.	Проработка рекомендуемой литературы и электронных баз данных по выделенным курсивом минералам с добавлением в конспект лекций информации по классификационной принадлежности, химическому составу, диагностическим свойствам, условий образования и областей их применения.	ОПК-13	ИДК _{ОПК-13.1} ИДК _{ОПК-13.2}
	Слоистые силикаты и алюмосиликаты. Силикаты с трехслойным пакетом, минералы: <i>слюды (парагонит, лепидомелан, циннвальдит)</i>, хрупкие слюды	Проработка рекомендуемой литературы и электронных баз данных по выделенным курсивом минералам с добавлением в конспект лекций	ОПК-13	ИДК _{ОПК-13.1} ИДК _{ОПК-13.2}

	(маргарит), гидрослюды (гидромусковит, вермикулит, глауконит). Пренит, апофиллит.	информации по классификационной принадлежности, химическому составу, диагностическим свойствам, условий образования и областей их применения.		
--	--	---	--	--

4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы

Для полноценного и качественного выполнения самостоятельной работы обучающийся должен в начале учебного семестра с учетом сформированного расписания учебных занятий распланировать время, которое он планирует отводить на самостоятельную работу по каждой изучаемой дисциплине с учётом объема часов, отводимого на этот элемент учебной работы в учебном плане и рабочей программе соответствующей дисциплины. С учетом рекомендованной преподавателем литературы, обучающийся должен позаботиться о получении в пользование на период освоения дисциплины необходимого комплекта учебных изданий в Научной библиотеке ИГУ им. В.Г. Распутина, требуемых для регулярной работы. Обучающийся должен проверить наличие доступа к указанным в настоящей рабочей программе дисциплины информационным, справочным ресурсам и соотнести с имеющимися техническими возможностями работы в домашних условиях, либо, при их отсутствии таких условий, понимать необходимость посещения кабинетов для самостоятельной работы, предусмотренных на территории учебного корпуса геологического факультета и оборудованных компьютерами с доступом к сети Интернет, или воспользоваться ресурсами и материально-техническим фондом Научной библиотеки ИГУ им. В.Г. Распутина.

В процессе выполнения самостоятельной работы обучающийся должен строго следовать рекомендациям преподавателя, который он формулирует в ходе освоения соответствующей темы в рамках работы на лекционных и лабораторных занятиях. Главный упор в самостоятельной работе при освоении данной дисциплины обучающийся должен делать на проработку материала по изучаемой теме на основе рекомендованной литературы, информационных и справочных ресурсов. Для составления конспектов и записи определений терминов, принятых в минералогии. При проработке соответствующей темы, обучающийся должен выписывать незнакомые термины, приводить их определения и давать им необходимые разъяснения, желательно указывая источник информации путем добавления библиографической ссылки. Перед началом составления конспекта, обучающийся должен просмотреть записи, сделанные на лекциях и лабораторных занятиях, ознакомиться с изучаемой проблемой (темой) в рекомендуемой литературе и других источниках информации, формируя, таким образом, обобщенное и углубленное представление о конкретной проблеме и делая пометки тех частей информации, которые планируется обобщить и переработать в ходе составления конспекта. На основе анализа учебной литературы, информационных и справочных ресурсов обучающийся составляет конспект, выражая в нем ключевую суть изучаемой проблемы и выделяя определения терминов. Далее, в рамках проверки текущей успеваемости на лекционных и лабораторных занятиях, а также в ходе собеседований в рамках контроля самостоятельной работы преподаватель оценивает качество составления конспектов путем визуального просмотра и ответов на вопросы по теме конспектируемого материала.

Важным элементом самостоятельной работы обучающихся по данной дисциплине предусматривает работу над эталонными и рабочими коллекциями образцов минералов в соответствии с изученным материалом, а также составление таблиц с диагностическими свойствами рассматриваемых минералов. Ниже приведены краткие методические указания к еженедельной (по пунктам) семестровой работе обучающегося непосредственно с коллекциями.

1. Тема «Диагностические свойства минералов». В ходе аудиторных занятий (на

лекциях и лабораторных работах) студентам излагаются теоретические аспекты и практические навыки по данной теме. Для закрепления материала в ходе самостоятельной работы студенты должны с использованием эталонной и рабочей коллекций в сопровождении с рекомендуемой литературой и собственными записями рассмотреть, описать и установить основные физические, в том числе морфологические характеристики минералов в образцах. В эталонной и рабочей коллекциях представлены типичные минералы обладающими классическими физическими свойствами – блеском (пирит, галенит, сфалерит, титанит, графит, ильменит, кальцит, флогопит, каолинит, пиролюзит, нефелин, кварц), твердостью (тальк, гипс, кальцит, флюорит, апатит, ортоклаз, кварц, топаз, корунд, алмаз, графит, дистен), цветом (морион, горный хрусталь, аметист, раухтопаз, киноварь, борнит, реальгар, аурипигмент, малахит, азурит), цвет черты (лазурит, сера, халькопирит, молибденит, марматит, гематит), спайностью (биотит, галит, кальцит, флюорит, плагиоклаз, апатит, нефелин, кварц), удельным весом (галенит, барит, кальцит, каолинит), двулучепреломлением (исландский шпат), магнитностью (пирротин, магнетит, ильменит), морфологией кристаллов (галенит, шпинель, альмандин, тетраэдрит, кальцит, микроклин, мусковит, шерл, берилл, кварц, кианит, диопсид), морфологией агрегатов (друза кварца, фосфоритовые и пиритовые конкреции, оолиты магнетита и пиролюзита, зернистые агрегаты плагиоклаза и пирита, натечные агрегаты кальцита и арагониты, дендриты оксидов и гидрооксидов марганца, налеты малахита, англезита и церуссита). Каждая категория физических свойств просматривается и анализируется на образцах эталонной коллекции, без каких-либо манипуляций с образцами. Далее материал закрепляется практическими навыками на образцах рабочей коллекции.

2-10. Структура самостоятельной работы для тем, посвященных работе с эталонными и рабочими коллекциями по темам «Самородные элементы» и «Сульфиды» (неделя 29-30), «Галоиды» и «Оксиды» (неделя 30-31), «Карбонаты», «Сульфаты», «Фосфаты» и «Вольфраматы» (неделя 31-32), «Силикаты с изолированным кремнекислородным тетраэдром в кристаллической структуре» (неделя 32-33), «Силикаты с изолированными группами кремнекислородных тетраэдров в кристаллической структуре» (неделя 33-34), «Цепочечные и ленточные силикаты» (неделя 34-35), «Слоистые силикаты» (неделя 35-36), «Каркасные силикаты» (неделя 36) единообразна и в общей форме излагается в данном объединенном пункте.

Для успешной реализации самостоятельной работы студенты используют рекомендуемую литературу (см. табл. 4.2), собственные конспекты лекций, а также записи и пометки, сделанные на лабораторных работах по соответствующей теме. Сначала рекомендуется рассматривать и анализировать каждый изучаемый минерал из эталонной коллекции, обращая внимание на генетическую информацию. Далее студент приступает к работе над образцами из рабочей коллекции, вспоминая особенности диагностики данных минералов. Ключевыми задачами каждой самостоятельной работы является формирование представлений о вариации физических свойств и генетических особенностей минералов в пределах соответствующей классификационной единицы (типа, класса, подкласса), запоминание физических и морфологических свойств и особенностей генезиса для каждого минерала, выработки оптимального подхода в определении диагностических свойств изучаемых минералов.

Ниже приведены списки рекомендуемых к рассмотрению минералов для соответствующего еженедельного этапа самостоятельной работы студентов (согласно пунктам табл. 4.2).

К теме 2 («Самородные элементы» и «Сульфиды»): медь, серебро, графит, сера, халькозин, галенит, сфалерит, киноварь, пирротин, пентландит, халькопирит, борнит, ковеллин, аурипигмент, реальгар, стибнит, висмутин, молибденит, пирит, марказит, арсенопирит, теннантит, тетраэдрит, джемсонит, буланжерит.

К теме 3 («Галоиды» и «Оксиды»): галит, сильвин, флюорит, куприт, корунд, гематит,

ильменит, шпинель, магнетит, хромит, рутил, касситерит, колумбит-танталит, перовскит, пиролюзит, криптомелан, кварц, опал, брусит, гиббсит, бёмит, диаспор, гётит, гидрогётит (лимонит),.

К теме 4 («Карбонаты»): кальцит, арагонит, магнезит, доломит, сидерит, родохрозит, смитсонит, церуссит, стронцианит, малахит, азурит.

К теме 5 («Сульфаты», «Фосфаты» и «Вольфраматы»): барит, целестин, англезит, ангидрит, гипс, ярозит, алунит, апатит, бирюза, ферберит, гюбнерит, шеелит.

К теме 6 («Силикаты с изолированным кремнекислородным тетраэдром в кристаллической структуре»): циркон, форстерит, фаялит, топаз, кианит, андалузит, sillimanит, хлоритоид, ставролит, гранаты (пироп, альмандин, спессартин, уваровит, гроссуляр, андрадит), титанит.

К теме 7 («Силикаты с изолированными группами кремнекислородных тетраэдров в кристаллической структуре»): везувиан, лампрофиллит, эпидот, берилл, эвдиалит, турмалины.

К теме 8 («Цепочечные силикаты»): диопсид, геденбергит, авгит, жадеит, эгирин, сподумен, энстатит, гиперстен, бронзит, волластонит, родонит, астрофиллит, тремолит, актинолит, роговые обманки, глаукофан, арфведсонит.

К теме 9 («Слоистые силикаты»): тальк, пирофиллит, флогопит, биотит, мусковит, лепидолит, хлориты (пеннин, клинохлор, тюрингит), серпентины, хризотилы, каолинит, монтмориллонит, нонтронит, вермикулит, иллит.

К теме 10 («Каркасные алюмосиликаты»): плагиоклазы, микроклин, ортоклаз, санидин, скаполиты (мариолит, мейонит), лейцит, нефелин, содалит, лазурит, канкринит, цеолиты (шабазит, натролит, гейландит, стильбит).

11. Для самостоятельной работы по теме «Природные минеральные ассоциации» необходимы: материалы лекций и записи, сделанные на лабораторных работах, а также рекомендованная литература (см. табл. 4.2), эталонная и рабочая коллекции по данной теме. Эталонная и рабочая коллекция включают себя набор образцов с классической типоморфной минеральной ассоциацией, характеризующей разные распространенные типы магматического, пегматитового, контактово-метасоматического, гидротермального, метаморфического и осадочного процессов минералообразования. В процессе работы над образцами эталонной коллекцией перед студентом стоит задача внимательно просмотреть и проанализировать каждый минерал в образце, понять их взаимосвязь в рамках конкретного процесса минералообразования, отметить генетические признаки данной минеральной ассоциации. Закрепление полученных навыков, полученных как на лекционных и лабораторных занятиях, так и в работе над эталонной коллекцией выполняется на образцах их рабочей коллекцией. В работе над рабочей коллекцией студенту необходимо определить все минералы в образце, сделать описание образца и аргументировать принадлежность минеральной ассоциации к конкретному генетическому процессу.

4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов): не предусмотрены

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

а) перечень литературы

1. Бетехтин А.Г. Курс минералогии – А.Г. Бетехтин. М. : КДУ. – 2008. – 736 с. (50 экз.)
2. Буланов В.А., Белоголов А.А., Сизых А.И. Практическая минералогия с основами кристаллографии. – Иркутск: Изд-во Иркутского университета, 1995. - 248 с. (16 экз.)
3. Буланов В.А., Сизых А.И. Кристаллохимизм пороодообразующих минералов. Иркутск: Изд-во Иркутского университета, 2005. – 220 с. (19 экз.)
4. Буланов В.А. Сизых А.И. Диагностика минералов. – Иркутск: Изд-во Иркутского

университета, 1991. – 248 с. (59 экз.).

б) периодические издания

1. «Записки Российского минералогического общества – журнал Российской академии наук, в открытом доступе открыты отдельные обзорные статьи по вопросам минералогии, электронная ссылка: <https://zrmo.org/ru/archives.html>

2. «Доклады академии наук» (до 2020 г.) «Доклады академии наук. Науки о Земле» (с 2020 г.) – журнал Российской академии наук, доступ с компьютеров сети ИГУ через портал E-library: https://elibrary.ru/title_about_new.asp?id=71079

3. «Contribution to Mineralogy and Petrology» – журнал издательства Springer, доступ с компьютеров сети ИГУ, электронная ссылка: <https://www.springer.com/journal/410>

4. «Mineralogy and Petrology» – журнал издательства Springer, доступ с компьютеров сети ИГУ, электронная ссылка: <https://www.springer.com/journal/710>

г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

<http://www.webmineral.com/>

База данных «Mineral Website», содержит подробную справочную информацию о составе и свойствах минералах, их генезисе, классификационной принадлежности и многих других характеристик.

<https://www.mindat.org/>

Минералогическая база данных «Mindat» содержит подробную информацию о минералах, в том числе месторождениях и местонахождении минералов, их составе, свойствах, особенности кристаллических структур, классификационной принадлежности, генезисе, методологии определении минералов, электронный определитель минералов.

VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Учебно-лабораторное оборудование:

Лекционные и лабораторные занятия проводятся в учебной аудитории 207, укомплектованной учебной мебелью (столы и лавки) на 60 посадочных мест, письменной доской для мела, витринами с витринной минералогической коллекцией, шкафами с ящиками с рабочей и эталонными коллекциями, рабочим столом и стулом для преподавателя, мультимедийным оборудованием (проектор, ноутбук, экран).

Для обеспечения лабораторных работ по дисциплине имеются:

- наборы материалов для макроскопического определения минералов, включающие в себя шкалы Мооса, магнитные компасы, неглазурированные фарфоровые пластинки (бисквиты), стальные иглы (канцелярские шила), полипропиленовый флакон с 3-5% раствором соляной кислоты;
- витринная минералогическая коллекция для лабораторных занятий и самостоятельной работы;
- эталонная минералогическая коллекция для лабораторных занятий и самостоятельной работы;
- учебная (рабочая) минералогическая коллекция для самостоятельной работы;
- модели простых форм кристаллических многогранников;
- графический и демонстрационный материал для соответствующих лекционных и практических занятий

6.2. Программное обеспечение:

Операционная система: Windows 8/10

Программные продукты Microsoft Office Professional Plus 2010/2013 (компоненты MS Excel, MS Word, MS Power Point)

6.3. Технические и электронные средства обучения:

Процесс обучения характеризуется применением традиционных форм проведения лекционных и лабораторных занятий с использованием интерактивных ресурсов (презентаций) в ходе которых преподаватель выстраивает модель передачи информации, активизируя разные стороны восприятия материала со стороны обучающихся, в том числе за счёт периодического обсуждения подаваемого материала посредством дискуссий.

Дополнительные источники информации и ресурсы (презентации, учебная литература, ссылки на Интернет-ресурсы), выполнение и помощь в выполнении самостоятельной работы обучающихся, консультации и фиксация контроля текущей успеваемости обучающихся обеспечивается посредством электронно-информационной образовательной среды ИГУ, доступной на странице дисциплины <https://educa.isu.ru/course/view.php?id=52408>

VII. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В рамках реализации дисциплины «Минералогия» предусмотрены следующие виды учебной работы: лекции, лабораторные занятия, самостоятельная работа обучающихся, консультации.

При проведении лекционных занятий преподаватель использует модель передачи информации посредством обзора современного состояния рассматриваемой проблемы с привлечением интерактивных инструментов, сочетающего такие образовательные технологии как проблемные и интегративные лекции с целью активизации у обучающихся анализа, синтеза, восприятия и понимания информации, выстраивания в ходе лекций элементов дискуссий и выработку интереса к теоретическому материалу.

Лабораторные занятия реализуются посредством обучения через опыт, активизацию командной работы обучающихся, развитие модели отстаивания своей позиции через обсуждение изученного материала.

Самостоятельная работа предусматривает повторение и углубление изученного материала в ходе лекций и лабораторных занятий. Она направлена на проработку информационных ресурсов (учебной, справочной и периодической литературы, Интернет-ресурсов) через проработку учебных и эталонных коллекций минералов, составление таблиц диагностических свойств минералов и обзорных конспектов, содержащих диагностические свойства минералов, особенности генезиса, определения терминов и критический анализ по конкретной изучаемой теме с высказыванием собственного суждения и аргументов.

VIII. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8.1. Оценочные материалы (ОМ)

Проверка текущей успеваемости проходит в рамках лекционных и лабораторных занятий в виде устных опросов и собеседований по пройденному материалу и проработанным коллекциям минералов, а также по содержанию подготовленных конспектов в рамках самостоятельной работы обучающихся. Проведение промежуточной аттестации в форме экзамена представляет собой итоговую проверку полученных знания через устного ответа на вопросы и задания экзаменационного билета из перечня вопросов и заданий к экзамену.

- оценка «отлично» выставляется студенту, если он в полном объеме отвечает на вопросы из экзаменационного билета, корректно определяет свойства минералов в представленном образце и идентифицирует их; свободно владеет терминами и понятиями курса, способен дискутировать по предложенным вопросам, способен аргументировано обосновать свою позицию; при ответах на вопросы может совершать небольшие ошибки;

- оценка «хорошо» выставляется студенту, если он ответил на все предложенные в экзаменационном билете вопросы, раскрыв их основную суть, но делает незначительные ошибки, способен ответить на большую часть дополнительных вопросов; корректно

определяет свойства минералов в представленном образце и делает отдельные ошибки в идентификации минералов в образце.

- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он ответил на два из трех вопросов/задания экзаменационного билета, при этом допускает ошибки, не искажающие суть термина/явления, характеристики минерала и его классификационной принадлежности; или ответил на два вопроса, не раскрыв в одном из них основную суть, но при этом способен определить основные диагностические свойства минералов представленного образца и на их основе определить главные минералы. В предложенных в билете вопросах знает основные термины и понятия курса. На дополнительные вопросы отвечает с переменным успехом.

- оценка «неудовлетворительно» выставляется, если: 1) студент не ответил ни на один вопрос; 2) студент не раскрыл сути ни одного вопроса и не определил основные диагностические свойства минералов в образце, не ответил на подавляющее большинство дополнительных вопросов; 3) ответил на один из трех вопросов/задания, не раскрыв или почти не раскрыв его сути и совершал грубые ошибки в ходе ответа, а на два вопроса не дал (практически не дал) ответов и не знает базовых терминов и сущности предмета. При наличии ошибок в ответе на вопрос обучающийся не показывает понимание фундаментальных основ минералогии, не ориентируется в классификации минералов, составе и свойствах генезисе и прикладном значении минералов, что выражается в неполноте ответов на вопросов/заданий. В таком случае, отсутствие или низкая активность обучающегося в течение теоретического обучения, выраженное в отрицательных показателях текущей успеваемости (регулярные пропуски лекционных и лабораторных занятий или их большое количество, отсутствие ответов в рамках устных опросов, собеседования, низких результатов тестирования в рамках текущей успеваемости, отсутствия или неудовлетворительно выполненных конспектов в ходе самостоятельной работы) будет объективным показателем при оценке неудовлетворительной степени сформированности элементов компетенций, определенных в разделе III.

8.1.1. Оценочные материалы для проверки текущей успеваемости

Материалы для проведения текущего контроля знаний студентов:

№ п/п	Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Компетенции (компоненты), которые контролируются
1	Устный опрос	Раздел 1 (см. п.4.3)	ИДКОПК-13.1
2	Устный опрос	Раздел 2 (см. п.4.3)	ИДКОПК-13.1 ИДКОПК-13.2
3	Устный опрос	Раздел 3 (см. п.4.3)	ИДКОПК-1.2
4	Собеседование / тестирование	Раздел 4 (см. п.4.3)	ИДКОПК-13.1 ИДКОПК-13.2
5	Устный опрос	Раздел 5 (см. п.4.3)	ИДКОПК-13.2

Вопросы для подготовки к устным опросам при проведении проверки текущей успеваемости

1. Развитие минералогии: основные этапы становления науки.
2. Сформулируйте современное определение минерала.

3. Распространенность минералов в окружающем мире.
4. Каково значение минералогии для промышленности и экономики?
5. Охарактеризуйте связь минералогии с другими науками.
6. Что такое конституция минералов?
7. Общие представления о строении атомов химических элементов.
8. Какие типы химической связи встречаются в минералах? Приведите примеры.
9. Внутреннее строение минерала. Принцип плотнейшей упаковки: двухслойная (гексагональная) и трехслойная (кубическая) плотнейшие упаковки атомов.
10. Типы пустот в плотнейших упаковках.
11. Дайте определение координационного числа.
12. Какие координационные числа наиболее распространены в структурах минералов? Приведите примеры.
13. Что такое атомные и ионные радиусы? В каких единицах измеряются атомные и ионные радиусы?
14. Кристаллическая структура и пространственная решетка.
15. Что такое изоморфизм?
16. Какие факторы, способствуют и ограничивают протеканию изоморфизма?
17. Назовите типы изоморфизма по валентности, количеству замещаемых элементов, по совершенству и приведите примеры.
18. Дайте определению терминов «полиморфизм» и «политипия».
19. Приведите примеры полиморфизма и политипии.
20. Какие типы воды выделяют в минералах? Приведите примеры.
21. На чем основаны представления о внутреннем строении Земли?
22. Охарактеризуйте основные геосферы Земли: земную кору, границу Мохоровичича и Гутенберга, литосферу, астеносферу, мантию, внешнее и внутреннее ядро.
23. Прямые и косвенные методы исследования внутреннего строения Земли и их краткая характеристика.
24. Распространенность химических элементов в земной коре.
25. Распределение главных породообразующих элементов в минералах и породах литосферы.
26. Минеральный и химический состав земной коры.
27. Примеры дифференциации химических элементов при геологических процессах.
28. Назовите основные процессы минералообразования и приведите пример минералов соответствующего генезиса.
29. Охарактеризуйте магматический процесс минералообразования.
30. Области магмогенерации. Процессы, сопровождающие эволюцию магмы: ликвация, контаминация, смешение магм, кристаллизационная и гравитационная дифференциация.
31. Последовательность кристаллизации минералов из магматического расплава: эволюционные ряды Боэуна.
32. Пегматитовый процесс минералообразования: общая характеристика и взгляды на происхождение пегматитов.
33. Минеральный состав наиболее распространенных типов пегматитов.
34. Скарны и грейзены: особенности происхождения и минерального состава.
35. Гидротермальный процесс минералообразования: общая характеристика. Жильные и рудные минералы высокотемпературных, среднетемпературных и низкотемпературных гидротермальных образований.
36. Метаморфический процесс минералообразования: общая характеристика процесса. Типы метаморфизма. Минеральный состав метаморфических образований зеленосланцевой, амфиболитовой, гранулитовой и эклогитовой фаций преобразования пород разного состава.

37. Осадочный процесс минералообразования: общая характеристика. Продукты хемогенного минералообразования. Минералы зон окисления медных, свинцово-цинковых, железорудных месторождений. Минеральный состав кор выветривания.

38. Агрегаты минералов: конкреции, оолиты, сферолиты, секретины, миндалины, жеоды, сталактиты, сталагмиты, натечные образования, дендриты, зернистые массы, друзы и др.

39. Физические свойства минералов. Определение, сущность и характеристика каждого свойства. Блеск. Цвет минерала, побежалость, иризация. Черта. Прозрачность. Облик кристаллов. Псевдоморфозы и их типы. Двойники и закономерные срастания кристаллов минералов. Агрегаты и их формы. Спайность, излом. Ковкость, хрупкость. Удельный вес. Дополнительные диагностические свойства: магнитность, радиоактивность, вкус, запах, прочие свойства.

40. Взаимосвязь физических свойств минералов с их внутренним строением.

41. Классификация минералов: современные критерии классификации минералов, принцип выделения основных классификационных единиц (тип, класс, подкласс, группа).

Вопросы для подготовки к собеседованию при проведении проверки текущей успеваемости

1. Тип 1. Самородные элементы (общая характеристика)

2. Класс металлы*. Минералы: *медь, золото, серебро, платина, железо.*

3. Класс неметаллы*. Минералы: *сера, графит, алмаз.*

4. Тип 2. Сульфиды и им подобные соединения (общая характеристика)

5. Класс сульфиды*. Минералы: *халькозин¹, аргентит¹, галенит, сфалерит, киноварь, пирротин, никелин, пентландит, халькопирит, борнит, ковеллин, аурипигмент, реальгар, антимонит, висмутин, молибденит, пирит, марказит, арсенопирит.*

6. Класс сульфосоли*. Минералы: *теннантит, тетраэдрит, прустит¹, пираргирит¹, джемсонит¹, буланжерит¹.*

7. Тип 3. Оксиды (общая характеристика)

8. Класс оксиды*. Минералы: *куприт, корунд, гематит, ильменит, шпинель, магнетит, хромит, рутил, касситерит, пиролюзит, криптомелан, колумбит¹, танталит¹, перовскит¹, самарскит¹, уранинит¹, кварц, опал.*

9. Класс гидроксиды*. Минералы: *брусит, гиббсит, бёмит, диаспор, гётит, гидрогётит (лимонит).*

10. Тип 4. Галогениды (общая характеристика)

11. Класс хлориды*. Минералы: *галит, сильвин, карналлит¹, кераргирит¹.*

12. Класс фториды*. Минералы: *флюорит, криолит¹.*

13. Тип 5. Соли кислородсодержащих кислот (общая характеристика)

14. Класс карбонаты*. Минералы: *кальцит, арагонит, магнезит, доломит, сидерит, родохрозит¹, смитсонит¹, церуссит, стронцианит¹, малахит, азурит.*

15. Класс сульфаты*. Минералы: *барит, целестин¹, англезит¹, ангидрит, гипс, ярозит¹.*

16. Класс фосфаты*. Минералы: *монацит¹, ксенотим¹, апатит, бирюза¹.*

17. Класс вольфраматы и молибдаты*. Минералы: *ферберит, гюбнерит, шеелит¹, повеллит¹.*

18. Класс силикаты (общая характеристика).

19. Подкласс силикаты с изолированными кремнекислородными тетраэдрами*. Минералы: *циркон, форстерит, фаялит, топаз, дистен, андалузит, силлиманит¹, хлоритоид¹, ставролит, гранаты (пироп, альмандин, спессартин, уваровит, гроссуляр, андрадит), сфен.*

20. Подкласс силикаты с изолированными группами тетраэдров*. Минералы: *везувиан, лампрофиллит, эпидот, берилл, эвдиалит, турмалин.*

21. Подкласс цепочечные силикаты*. Минералы: *диопсид, геденбергит¹, авгит, жадеит, эгирин, сподумен, энстатит, тремолит, актинолит, роговая обманка, глаукофан, арфведсонит¹, волластонит, родонит, астрофиллит.*

22. Подкласс слоистые силикаты*. Минералы: *тальк, пиррофиллит, флогопит, биотиты, мусковит, лепидолит, вермикулит¹, маргарит¹, хлориты (пеннин, клинохлор, тюрингит¹), серпентины, хризотилы, каолинит, монтмориллонит¹, нонтронит.*

23. Подкласс каркасные алюмосиликаты*. Минералы: *плагноклазы (ряд альбит-олигоклаз-андезин-лабрадор-битовнит-анорит), микроклин, ортоклаз, санидин¹, анортоклаз¹, скаполиты (мариолит, мейонит), лейцит¹, нефелин, содалит¹, лазурит, канкринит¹, цеолиты (шабазит, натролит, гейландит, стильбит).*

24. Минеральные ассоциации. Минеральные ассоциации, связанные с магматическим процессом минералообразования (минералогия кимберлитов, медно-никелевые и платиновые руды основного магматизма и т.п.). Ассоциации минералов в пегматитах. Ассоциации минералов в контактово-метасоматических образованиях. Минералы гидротермальных месторождений полезных ископаемых. Минералы коры выветривания. Минералы осадочных горных пород. Минеральные ассоциации, связанные с метаморфизмом пород.

25. Современные методы исследования минералов и кристаллического вещества.

* Примечание: в вопросах, отмеченных звездочкой необходимо дать общую характеристику класса (подкласса) минералов: критерии объединения минералов в класс (подкласс), химический состав минералов, в том числе входящие изоморфные примеси, особенности кристаллических структур; общие физические свойства. Указать характерные минералы и области их применения. Особое внимание следует уделить важнейшим группам и семействам породообразующих минералов – кварцу, оливинам, гранатам, пироксенам, амфиболам, хлоритам, слюдам, полевым шпатам, фельдшпатоидам и др.

¹Об этом минерале необходимо иметь общие представления; остальные, выделенные курсивом минералы необходимо знать подробно.

Демонстрационный вариант теста для проведения проверки текущей успеваемости

№1

1. К какому классу минералов относится графит?

- А. самородные металлы
- Б. самородные неметаллы
- В. самородные полуметаллы
- Г. сульфиды

2. Какую твердость имеет самородное золото?

- А. 1
- Б. 2,5-3
- В. 4-5
- Г. 6

3. По каким свойствам можно отличить самородное серебро от платины?

- А. по блеску и цвету
- Б. по морфологии кристаллов и черте
- В. по твердости и удельному весу
- Г. по спайности и излому

4. Какие агрегаты наиболее типичны для самородной меди?

- А. отдельные хорошо образованные кристаллы
- Б. дендриты
- В. землистые массы
- Г. налеты

5. Какой минерал при окислении может образовываться на поверхности самородной меди?

- А. пиролюзит

- Б. каолинит
- В. графит
- Г. малахит

6. Выберите минерал, обладающий наиболее высоким удельным весом

- А. медь
- Б. серебро
- В. графит
- Г. платина

7. Какая спайность у самородного серебра?

- А. весьма совершенная
- Б. совершенная
- В. несовершенная
- Г. отсутствует

8. Выберите вариант, в котором оба минералы представляют собой пример полиморфизма:

- А. золото и серебро
- Б. графит и алмаз
- В. железо и магнетит
- Г. сера и графит

9. Какой тип химической связи наблюдается у платины?

- А. ковалентный неполярный
- Б. ковалентный полярный
- В. ионный
- Г. металлический

10. Чем обусловлено различие свойств графита и алмаза?

- А. химическим составом
- Б. кристаллической структурой
- Б. формой выделения минералов
- В. причина различия свойств данных минералов до сих пор не установлена

11. Какие типичные примеси наблюдаются в химическом составе самородного золота?

- А. Ag, Cu
- Б. N, He
- В. Zr, Hf
- Г. Sr, Rb

12. Какой вес наиболее крупного самородка золота, встреченного в России?

- А. 2 кг
- Б. 35 кг
- В. 400 кг
- Г. 2 тонны

13. С какими горными породами связаны месторождения алмазов?

- А. граниты
- Б. сиениты
- В. кимберлиты
- Г. пегматиты

14. Выберите минерал, обладающий наибольшей ковкостью

- А. Алмаз
- Б. Графит
- В. Сера
- Г. Медь

15. Чем обусловлена высокая электро- и теплопроводность минералов группы золота?

- А. металлическим типом химической связи
- Б. условиями образования
- В. структурными примесями
- Г. типом кристаллической структуры

16. С ультраосновными магматическими породами генетически связаны месторождения:

- А. графита
- Б. серы
- В. серебра
- Г. платины

17. Какой минерал обладает наиболее высокой твердостью?

- А. графит
- Б. сера
- В. медь
- Г. платина

18. Что называют интерметаллическими соединениями?

- А. природные сплавы металлов
- Б. продукты внедрения химических элементов, относящихся к неметаллам в кристаллическую структуру минералов класса самородных металлов
- В. это синоним самородных неметаллов
- Г. синтетические аналоги минералов класса самородных металлов

19. Для какого минерала характерны следующие свойства? Данный минерал кристаллизуется в ромбической сингонии, обладает твердостью 1,5-2; имеет желтый цвет и практически бесцветную черту; при нагревании издает характерный запах.

- А. графит
- Б. алмаз
- В. золото
- Г. сера

20. Выберите минерал, который может образовываться в зонах вторичного сульфидного обогащения?

- А. сера
- Б. графит
- В. алмаз
- Г. самородная медь

8.1.2 Оценочные материалы для промежуточной аттестации в форме экзамена Перечень вопросов и заданий к экзамену

Примерные вопросы экзаменационного билета, выявляющие степень

сформированности компетенции по дескриптору «знать»

1. Опишите основные этапы становления минералогии как науки.
2. Дайте современное определение термину «минерал». Распространенность минералов в окружающем мире. Каково значение минералогии для промышленности и экономики. Связь минералогии с другими науками?
3. Что такое конституция минералов? Какие типы химической связи наблюдаются в минералах?
4. В чем заключается принцип плотнейшей упаковки? Какие типы пустот встречаются в плотнейших упаковках? Что такое координационное число? Каким координационным числом обладают углерод в структуре карбонатов, кремний в структуре силикатов? Какова зависимость координационного числа и отношения ионных радиусов катиона к аниону?
5. Атомные и ионные радиусы. Важнейшие катионы и анионы в структуре минералов. Какова роль анионов и катионов в кристаллической структуре минералов.
6. Принципы построения пространственной решетки и отображения кристаллической структуры минералов.
7. Дайте определение термину «изоморфизм». Какие факторы способствуют осуществлению изоморфизма. На каких критериях основаны выделения типов изоморфизма? Приведите примеры совершенного и несовершенного, двухатомного (двухэлементного) и многоатомного (многоэлементного), изовалентного и гетеровалентного изоморфизма.
8. Что такое полиморфизм и политипия? Приведите примеры.
9. Какие типы и виды воды наблюдаются в составе минералов? Приведите примеры.
10. Какие сведения, лежащие в основе представлений о строении Земли? В чем различие земной коры и литосферы?
11. Сформулируйте представления о распространенности химических элементов в земной коре. Охарактеризуйте распределение главных породообразующих элементов в минералах и породах литосферы. Примеры дифференциации химических элементов при геологических процессах.
12. Дайте общую характеристику процессы минералообразования.
13. Охарактеризуйте магматический процесс минералообразования. Области магмогенерации. Процессы, сопровождающие эволюцию магмы: ликвация, контаминация, смешение магм, кристаллизационная и гравитационная дифференциация. Последовательность кристаллизации минералов из магматического расплава: эволюционные ряды Бозуна.
14. Пегматитовый процесс минералообразования: общая характеристика и взгляды на происхождение пегматитов. Минеральный состав наиболее распространенных типов пегматитов.
15. Скарны и грейзены: особенности происхождения и минерального состава.
16. Гидротермальный процесс минералообразования: общая характеристика. Жильные и рудные минералы высокотемпературных, среднетемпературных и низкотемпературных гидротермальных образований.
17. Метаморфический процесс минералообразования: общая характеристика процесса. Типы метаморфизма. Минеральный состав метаморфических образований зеленосланцевой, амфиболитовой, гранулитовой и эклогитовой фаций преобразования пород разного состава.
18. Осадочный процесс минералообразования: общая характеристика. Продукты хемогенного минералообразования. Минералы зон окисления медных, свинцово-цинковых, железорудных месторождений. Минеральный состав кор выветривания.
19. Принципы макроскопической диагностики минералов. Облик кристаллов минералов как важнейшее диагностическое свойство.
20. Агрегаты минералов.

21. Физические свойства минералов. Определение, сущность и характеристика каждого свойства.
22. Взаимосвязь физических свойств минералов с их внутренним строением.
23. Современные методы исследования минералов.
24. Современные критерии классификации минералов. Приведите примеры актуальных минералогических классификаций. Охарактеризуйте принципы выделения основных классификационных единиц (тип, класс, подкласс, семейство, группа).

Примерные вопросы экзаменационного билета, выявляющие степень сформированности компетенции по дескриптору «уметь»

1. Тип 1. Самородные элементы. Дайте общую характеристику типа, приведите важнейшие минералы типа и опишите их диагностические свойства, особенности происхождения и практического значения.
2. Класс металлы*. Минералы: *медь, золото, серебро, платина, железо*.
3. Класс неметаллы*. Минералы: *сера, графит, алмаз*.
4. Тип 2. Сульфиды и им подобные соединения (общая характеристика)
5. Класс сульфиды*. Минералы: *халькозин¹, галенит, сфалерит, киноварь, пирротин, никелин, пентландит, халькопирит, борнит, ковеллин, аурипигмент, реальгар, стибнит, висмутин, молибденит, пирит, марказит, арсенопирит*.
6. Класс сульфосоли*. Минералы: *теннантит, тетраэдрит, прустит¹, пираргирит¹, джемсонит¹, буланжерит¹*.
7. Тип 3. Оксиды (общая характеристика)
8. Класс оксиды*. Минералы: *куприт, корунд, гематит, ильменит, шпинель, магнетит, хромит, рутил, касситерит, пиролюзит, криптомелан, колумбит¹, танталит¹, перовскит¹, самарскит¹, уранинит¹, кварц, опал*.
9. Класс гидрооксиды*. Минералы: *брусит, гиббсит, бёмит, диаспор, гётит, гидрогётит (лимонит)*.
10. Тип 4. Галогениды (общая характеристика)
11. Класс хлориды*. Минералы: *галит, сильвин, карналлит¹, кераргирит¹*.
12. Класс фториды*. Минералы: *флюорит, криолит¹*.
13. Тип 5. Соли кислородсодержащих кислот (общая характеристика)
14. Класс карбонаты*. Минералы: *кальцит, арагонит, магнезит, доломит, сидерит, родохрозит¹, смитсонит¹, церуссит, стронцианит¹, малахит, азурит*.
15. Класс сульфаты*. Минералы: *барит, целестин¹, англезит¹, ангидрит, гипс, ярозит¹*.
16. Класс фосфаты*. Минералы: *монацит¹, ксенотим¹, апатит, бирюза¹*.
17. Класс вольфраматы и молибдаты*. Минералы: *ферберит, гюбнерит, шеелит¹, повеллит¹*.
18. Класс силикаты (общая характеристика).
19. Подкласс силикаты с изолированными кремнекислородными тетраэдрами*. Минералы: *циркон, форстерит, фаялит, топаз, дистен, андалузит, силлиманит¹, хлоритоид¹, ставролит, гранаты (пироп, альмандин, спессартин, уваровит,grossуляр, андрадит), титанит (сфен)*.
20. Подкласс силикаты с изолированными группами тетраэдров*. Минералы: *везувиан, лампрофиллит, эпидот, берилл, эвдиалит, турмалины*.
21. Подкласс цепочечные силикаты*. Минералы: *диопсид, геденбергит¹, авгит, жадеит, эгирин, сподумен, энстатит, тремолит, актинолит, роговая обманка, глаукофан, арфведсонит¹, волластонит, родонит, астрофиллит*.
22. Подкласс слоистые силикаты*. Минералы: *тальк, пирофиллит, флогопит, биотит, мусковит, лепидолит, хлориты (пеннин, клинохлор, тюрингит¹), серпентины, хризотилы, каолинит, монтмориллонит¹, нонтронит*.

23. Подкласс каркасные алюмосиликаты*. Минералы: *плаггиоклазы (ряд альбит-олигоклаз-андезин-лабрадор-битовнит-анорит), микроклин, ортоклаз, санидин¹, анортоклаз¹, скаполиты (мариолит, мейонит), лейцит¹, нефелин, содалит¹, лазурит, канкринит¹, цеолиты (шабазит, натролит, гейландит, стильбит).*

24. Минеральные ассоциации. Минеральные ассоциации, связанные с магматическим процессом минералообразования (минералогия кимберлитов, медно-никелевые и платиновые руды основного магматизма и т.п.). Ассоциации минералов в пегматитах. Ассоциации минералов в контактово-метасоматических образованиях. Минералы гидротермальных месторождений полезных ископаемых. Минералы коры выветривания. Минералы осадочных горных пород. Минеральные ассоциации, связанные с метаморфизмом пород.

*Примечание: в вопросах, отмеченных звездочкой необходимо дать общую характеристику класса (подкласса) минералов: критерии объединения минералов в класс (подкласс), химический состав минералов, в том числе входящие изоморфные примеси, особенности кристаллических структур; общие физические свойства. Указать характерные минералы и области их применения. Особое внимание следует уделить важнейшим группам и семействам породообразующих минералов – кварцу, оливинам, гранатам, пироксенам, амфиболам, хлоритам, слюдам, полевым шпатам, фельдшпатоидам и др.

¹Об этом минерале необходимо иметь общие представления; остальные, выделенные курсивом минералы необходимо знать подробно.

Примерные задания экзаменационного билета, выявляющие степень сформированности компетенции по дескриптору «владеть»

Блок экзаменационного билета, выявляющие степень сформированности компетенции по дескриптору «владеть» представляют собой практические задания направленные на определение важнейших породообразующих и рудных минералов в предоставленном (экзаменационном) образце по выявленным и установленным макроскопическим диагностическим свойствам, а также установлении способности студента делать заключение о генезисе образца на основе выявленной минеральной ассоциации. Для определения диагностических свойств минералов в образце студенту предоставляются: шкала Мооса для определения твердости минералов, стальная игла (шило) увеличительное стекло (лупа), 3% раствор соляной кислоты, магнит (компас), фарфоровая пластинка.

Перечень основных породообразующих и рудных минералов, входящих в экзаменационные образцы, которые необходимо уметь определять (либо устанавливать принадлежность минерала к группе, если невозможно по макроскопическим свойствам установить конкретный минерал и требуются лабораторные методы исследования):

1. Медь
2. Золото
3. Серебро
4. Сера
5. Графит
6. Халькозин
7. Галенит
8. Сфалерит
9. Киноварь
10. Пирротины
6. Пентландит
7. Халькопирит
8. Борнит
9. Ковеллин
10. Аурипигмент
11. Реальгар
12. Стибнит
13. Висмутин
14. Молибденит

15. Пирит
16. Арсенопирит
17. Блѣклые руды (теннантит-тетраэдрит)
18. Куприт
19. Корунд
20. Гематит
21. Ильменит
22. Шпинель
23. Магнетит
24. Хромит
25. Рутил
26. Касситерит
27. Пиролозит
28. Криптомелан
29. Кварц (в случае характерной разновидности – называется конкретная разновидность)
30. Опал
31. Брусит
32. Гиббсит (в случае нахождения в скрытокристаллических агрегатах, смешанных с другими гидроксидами алюминия в бокситах – указывается вероятностное нахождение данного минерала в образце)
33. Бѣмит (в случае нахождения в скрытокристаллических агрегатах, смешанных с другими гидроксидами алюминия в бокситах – указывается вероятностное нахождение данного минерала в образце)
34. Диаспор (в случае нахождения в скрытокристаллических агрегатах, смешанных с другими гидроксидами алюминия в бокситах – указывается вероятностное нахождение данного минерала в образце)
35. Гѣтит,
36. Гидрогѣтит
37. Галит
38. Сильвин
39. Флюорит
40. Кальцит
41. Арагонит
42. Магнезит
43. Доломит
44. Сидерит
45. Церуссит
46. Малахит
47. Азурит
48. Барит
49. Ангидрит
51. Гипс
52. Ярозит
53. Апатиты
54. Вольфрамиты
55. Циркон
56. Форстерит
57. Оливины
58. Топаз
59. Кианит (дистен)

60. Аандалузит
61. Силлиманит
62. Хлоритоид
63. Ставролит
64. Гранаты (пироп, альмандин, спессартин, уваровит, гроссуляр, андрадит)
65. Титанит (сфен)
66. Везувиан
67. Лампрофиллит
68. Эпидот
69. Берилл
70. Эвдиалит
71. Турмалины
72. Диопсид
73. Геденбергит
74. Авгит
75. Жадеит
76. Эгирин
77. Сподумен
78. Ортопироксены (ряд энстаит-ферросилит)
79. Тремолит
80. Актинолит
81. Известково-щелочные амфиболы (роговые обманки)
82. Глаукофан
83. Щелочные амфиболы
85. Волластонит
86. Родонит
87. Астрофиллит
88. Тальк
89. Пирофиллит
90. Флогопит
91. Биотиты (слюды изоморфного ряда аннит-флогопит)
92. Мусковит
93. Лепидолит
94. Вермикулит
95. Хлориты
96. Серпентины
97. Хризотилы
98. Каолинит
99. Нонтронит
100. Плаггиоклазы
101. Калиево-натриевые полевые шпаты (микроклин, ортоклаз)
102. Скаполиты
103. Нефелин
104. Лазурит
105. Цеолиты (шабазит, натролит, гейландит, стильбит)

Образец экзаменационного билета



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Иркутский государственный университет»
(ФГБОУ ВО «ИГУ»)
Геологический факультет

БИЛЕТ ДЛЯ ЭКЗАМЕНА № 1

Дисциплина: «Минералогия»

Специальность 21.05.02 Прикладная геология, специализация «Геология нефти и газа»

1. Дайте определение термину «изоморфизм». Охарактеризуйте важнейшие условия осуществления изоморфизма. По каким критериям выделяются типы изоморфизма. Приведите примеры.

2. Охарактеризуйте подкласс каркасных алюмосиликатов. Отрадите классификационное положение, важнейшие минералы подкласса. Опишите особенности их химического состава, кристаллической структуры, морфологии кристаллов и агрегатов, физических свойств, генезиса и областей применения.

3. Опишите и установите диагностические свойства минералов в образце. На основании выявленных характеристик (свойств) минералов определите минералы в образце и дайте заключение о его генезисе.

И.о. заведующего кафедрой
(подпись)

к.-г.-м.н. С.А. Сасим

«_____» _____ 202_ г.

Разработчик:

Зав. кафедрой полезных ископаемых,
геохимии, минералогии и петрографии
канд. геол.-минерал. наук, доцент



С.А. Сасим

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 21.05.02 Прикладная геология, утвержденного приказом №953 Минобрнауки России от 12.08.2020 г.

Программа рассмотрена на заседании кафедры полезных ископаемых, геохимии, минералогии и петрографии.

» марта 2025 г.

Протокол № 6

Зав. кафедрой полезных ископаемых геохимии, минералогии и

петрографии  Сасим С.А.

Настоящая программа не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.