



**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

« 28 » 03 2024 г.

**Рабочая программа дисциплины (модуля)**


Наименование дисциплины (модуля): *Б1.В.1.01 Методы диагностики минералов*


Направление подготовки: *05.03.01 Геология*

Направленность (профиль) подготовки: *Геология*

Квалификация выпускника: *бакалавр*

Форма обучения: *очная*

Согласовано с УМК геологического  
факультета  
Протокол № 3 от «28» марта 2024 г.  
Председатель  С.П. Летунов

Рекомендовано кафедрой:  
Протокол № 8  
от «11» марта 2024 г.  
Зав. кафедрой  С.А. Сасим

## 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 .....	7
4.3.1 Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ .....	8
4.3.2 Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение в рамках самостоятельной работы студентов .....	9
4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы .....	9
4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов) .....	10
V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) .....	10
а) перечень литературы .....	10
б) периодические издания .....	11
г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы .....	11
VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ...	11
6.1. Учебно-лабораторное оборудование.....	11
6.2. Программное обеспечение .....	11
6.3. Технические и электронные средства обучения .....	12
VII. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....	12
VIII. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ .....	12
8.1. Оценочные материалы (ОМ) .....	12
8.1.1. Оценочные материалы для проверки текущей успеваемости .....	13
8.1.2 Оценочные материалы для промежуточной аттестации в форме зачета .....	20

## I. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ):

**Цель дисциплины** – развитие навыков макроскопической идентификации минералов и ознакомление с методами лабораторных исследований минерального вещества.

### **Задачи:**

- ✓ закрепление и развитие теоретических знаний и практических навыков обучающихся по фундаментальным геологическим дисциплинам «Кристаллография», «Минералогия»;
- ✓ углубление теоретических представлений о минералах, их конституции, свойствах и условиях образования;
- ✓ ознакомление с возможными подходами к диагностированию минералов, в том числе лабораторными методами исследования;
- ✓ развитие и углубление навыков макроскопической диагностики минералов;
- ✓ приобретение первичных навыков обработки, интерпретации и представления результатов лабораторных исследований минералов.

## II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Учебная дисциплина (модуль) «Методы диагностики минералов» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

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

Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной: «Петрография», «Литология», «Методы исследования минерального вещества», «Геология месторождений полезных ископаемых», «Геохимия», «Генетическая минералогия», «Опτικο-минералогический анализ», «Геология драгоценных и цветных камней Восточной Сибири», «Минераграфия».

## III. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по данному направлению подготовки профиля «Геология»:

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

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
<p>ПК-1 Способен анализировать, систематизировать, обобщать геологическую информацию и другие фактические материалы</p>	<p>ИДК<sub>ПК-1.1</sub> Понимает принципы сбора и систематизации геологической информации и фактического материала</p>	<p><b>Знать:</b> методологию определения диагностических свойств минералов; области применения и возможности методов лабораторных исследований для идентификации минералов; критерии отбора и подготовки образцов для проведения специальных методов лабораторного исследования минералов</p> <p><b>Уметь:</b> устанавливать диагностические свойства минералов в образцах</p> <p><b>Владеть:</b> основными приемами определения диагностических свойств минералов по внешним макроскопическим признакам</p>
	<p>ИДК<sub>ПК1.2</sub> Обобщает и структурирует полученные геологические данные и фактические материалы</p>	<p><b>Знать:</b> особенности влияния конституции минералов на морфологию их кристаллов и физических свойств;</p> <p><b>Уметь:</b> определять и описывать минералы, устанавливать минералогические ассоциации; на основе комплексного изучения макроскопических свойств минералов и их взаимоотношений делать выводы об условиях образования минералов;</p> <p><b>Владеть:</b> навыками полевого определения и описания минералов и минеральных ассоциаций; навыками первичной обработки, интерпретации и представления результатов лабораторных исследований минералов</p>

#### IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Объем дисциплины составляет **2** зачетные единицы, что соответствует **72** академическим часам, в том числе **4** часа на зачет.

Форма промежуточной аттестации: **зачет**.

##### 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	третий	4		2			1	устный опрос
2	Раздел 2. Использование морфологических особенностей минералов для их диагностики		6		4	8		2	устный опрос
3	Раздел 3. Макроскопическая диагностика минералов по физическим свойствам		12		2	12		2	устный опрос/тестирование
4	Раздел 4. Парагенетический анализ минералов		10		2	4		2	устный опрос / тестирование
5	Раздел 5. Лабораторные методы диагностики минералов		4		4	8		2	устный опрос
6	Раздел 6. Работы по организации, проведению и интерпретации результатов исследования диагностики минералов		6		4	4	1	2	устный опрос, расчетно-графическая работа
<b>Всего</b>			<b>72</b>	<b>0</b>	<b>18</b>	<b>36</b>	<b>1</b>	<b>11+2</b>	<b>зачет, 4 часов</b>

#### 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)		
третий	Раздел 1. Введение	Работа с литературой, повторение изученного в курсе «Минералогия» материала	1-2	1	устный опрос	раздел Va, №1,2 раздел Vб, №1 раздел Vв
	Раздел 2. Использование морфологических особенностей минералов для их диагностики	Работа с литературой, составление конспекта с выделением определений терминов, работа с программным продуктом VESTA по закреплению навыков геометрической кристаллографии	2-6	2	устный опрос	раздел Va, №2,3,4 раздел Vб, №1 раздел Vв
	Раздел 3. Макроскопическая диагностика минералов по физическим свойствам	Работа с литературой, составление таблиц диагностических свойств минералов	6-10	2	устный опрос тестирование	раздел Va, №1,2,4 раздел Vв
	Раздел 4. Парагенетический анализ минералов	Работа с литературой, составление конспекта с выделением определений терминов и устойчивых минеральных ассоциаций	10-12	2	устный опрос	раздел Va, №1,2,3,4 раздел Vб, №1,2,3,4 раздел Vв
	Раздел 5. Лабораторные методы диагностики минералов	Работа с литературой, составление конспекта с выделением методов анализа и определений терминов	12-15	2	устный опрос	раздел Va, №1,3; раздел Vб, №1,2,3,4; раздел Vв
	Раздел 6. Работы по организации, проведению и интерпретации результатов исследования диагностики минералов	Работа с литературой, конспектирование, доработка расчетно-графических работ	15-18	2	устный опрос, расчетно-графическая работа	раздел Va, №3; раздел Vб, №1,2,3,4; раздел Vв
Общий объем самостоятельной работы по дисциплине (час)				<b>11</b>		

## 4.3 Содержание учебного материала

### Раздел 1. Введение

- 1.1. Содержание «Методов диагностики минералов» как дисциплины, ее цели и задачи.
- 1.2. Положение и взаимосвязь дисциплины «Методы диагностики минералов» среди наук.
- 1.3. Научное и практическое значение рационального использования методов диагностики минералов в ходе выполнения определенного комплекса геологических работ.
- 1.4. Конституция и свойства минералов.

### Раздел 2. Использование морфологических особенностей минералов для их диагностики

- 2.1. Связь внешней морфологии кристаллов минералов с их внутренним строением.
- 2.2. Принципы кристаллохимического анализа кристаллов минералов.
- 2.3. Методы проецирования кристаллов минералов как элемент представления данных кристаллохимического анализа.
- 2.4. Применение свободно-распространяемого профессионального программного обеспечения VESTA для построения кристаллов минералов и отображения кристаллических структур

### Раздел 3. Макроскопическая диагностика минералов по физическим свойствам

- 3.1. Оптические свойства минералов и их связь с внутренним строением
- 3.2. Механические свойства минералов и их связь с внутренним строением.
- 3.3. Дополнительные диагностические свойства и их значение для экспрессной диагностики минералов.
- 3.4. Роль, основные возможности и ограничения подхода диагностики минералов по внешним макроскопическим свойствам.

### Раздел 4. Парагенетический анализ минералов

- 4.1. Сущность парагенетического подхода определения минералов.
- 4.2. Общие представления о методологии генетической минералогии.
- 4.3. Особенности процессов минералообразования.
- 4.4. Типоморфные минералы и типоморфные минеральные ассоциации.
- 4.5. Особенности минеральных ассоциаций различных генетических типов.

### Раздел 5. Лабораторные методы диагностики минералов

- 5.1. Общие представления об инструментальном исследовании химического состава, кристаллической структуры и физических свойств минералов.
- 5.2. Кристаллооптический анализ.
- 5.3. Рентгенометрические методы.
- 5.4. Спектральный и рентгеноспектральный микроанализ.
- 5.5. Резонансные методы исследования состава и структуры минералов.
- 5.6. Термический анализ.
- 5.7. Люминесцентный анализ.

### Раздел 6. Работы по организации, проведению и интерпретации результатов исследования диагностики минералов

- 6.1. Планирование и организация минералогических, петрографических и геохимических исследований.
- 6.2. Обработка, интерпретация и представление результатов по макроскопическому и лабораторному исследованию минералов.
- 6.3. Рациональный выбор и сочетание методов анализа для выполнения поставленной задачи в исследовании минерального индивида.

### 4.3.1 Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/н	№ Раздела и темы	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (час.)		Оценочные средства	Формируемые компетенции (индикаторы)*
			Всего часов	Из них практическая подготовка		
1	2	Морфология кристаллов минералов: симметрия кристаллов, элементы симметрии, сингонии и виды симметрии, простые формы и комбинации, стереографические проекции, отображение кристаллов минералов с помощью программного обеспечения	8	-	Устный опрос	ИДК <sub>ПК-1.1</sub> ИДК <sub>ПК-1.2</sub>
2	3	Макроскопическая диагностика самородных элементов, сульфидов и сульфосолей	2	-	Устный опрос / тестирование	ИДК <sub>ПК-1.1</sub> ИДК <sub>ПК-1.2</sub>
3	3	Макроскопическая диагностика галоидов, оксидов и гидроксидов	2	-	Устный опрос / тестирование	ИДК <sub>ПК-1.1</sub> ИДК <sub>ПК-1.2</sub>
4	3	Макроскопическая диагностика карбонатов, сульфатов, вольфрамов и фосфатов	2	-	Устный опрос / тестирование	ИДК <sub>ПК-1.1</sub> ИДК <sub>ПК-1.2</sub>
5	3	Макроскопическая диагностика силикатов	6	-	Устный опрос / тестирование	ИДК <sub>ПК-1.1</sub> ИДК <sub>ПК-1.2</sub>
6	4	Типоморфные минеральные ассоциации магматических образований и пегматитов	1	-	Устный опрос / тестирование	ИДК <sub>ПК-1.1</sub> ИДК <sub>ПК-1.2</sub>
7	4	Типоморфные минеральные ассоциации гидротермальных образований, скарнов и грейзенов	1	-	Устный опрос / тестирование	ИДК <sub>ПК-1.1</sub> ИДК <sub>ПК-1.2</sub>
8	4	Типоморфные минеральные ассоциации метаморфических пород	1	-	Устный опрос / тестирование	ИДК <sub>ПК-1.1</sub> ИДК <sub>ОПК-1.2</sub>
9	4	Типоморфные минеральные ассоциации осадочных пород	1	-	Устный опрос / тестирование	ИДК <sub>ПК-1.1</sub> ИДК <sub>ПК-1.2</sub>
10	5	Использование рентгено-флуоресцентного анализа для исследования химического состава минералов	2	-	Устный опрос	ИДК <sub>ПК-1.1</sub> ИДК <sub>ПК-1.2</sub>
11	5	Принципы и методы расчета кристаллохимических формул оливинов, пироксенов, амфиболов, полевых шпатов	6	-	Расчетно-графическая работа	ИДК <sub>ПК-1.2</sub>
12	6	Обработка, интерпретация и представление результатов лабораторного исследования минералов	4	-	Устный опрос	ИДК <sub>ПК-1.2</sub>



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

№ п/п	Тема	Задание	Формируемая компетенция	ИДК
1	Обзор современных классификаций минералов	Проработка источников информации раздела V, составление конспекта	ПК-1	ИДК <sub>ПК-1.1</sub>
2	Принципы расчета кристаллохимических формул породообразующих минералов подкласса слоистых силикатов	Проработка источников информации раздела V, составление конспекта	ПК-1	ИДК <sub>ПК-1.1</sub> ИДК <sub>ПК-1.2</sub>

#### 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 моделями простых форм и их комбинаций, эталонными и рабочими коллекциями образцов минералов и терморфных минеральных ассоциаций в соответствии с изученным материалом, а также составление таблиц с диагностическими свойствами рассматриваемых минералов. Ниже приведены краткие методические указания к работе обучающегося непосредственно с коллекциями.

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. Каждая категория физических свойств просматривается и анализируется на образцах эталонной коллекции, без каких-либо физических манипуляций с образцами. Далее материал закрепляется практическими навыками на образцах рабочей коллекции.

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.

Для самостоятельной работы по темам «Типоморфные 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 породообразующих 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](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>

#### **в) 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).

Свободно распространяемое программное обеспечение VESTA для построения кристаллических структур и 3-D изображений кристаллов минералов.

### **6.3. Технические и электронные средства обучения:**

Процесс обучения характеризуется применением традиционных форм проведения лекционных и лабораторных занятий с использованием интерактивных ресурсов (презентаций, а также применения специализированного программного обеспечения) 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 «Методы диагностики минералов» 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, тестированию по пройденному материалу, а также по содержанию подготовленных конспектов в рамках самостоятельной работы обучающихся и выполнению предусмотренных расчетно-графических работ. Проведение промежуточной аттестации в форме зачета представляет собой итоговую проверку полученных знания через индивидуальное собеседование посредством ответа на вопрос из перечня вопросов к зачету.

Критерии получения отметки «зачтено» - при ответе на вопрос обучающийся хорошо ориентируется в терминологии, раскрывает его содержания. В ответах на вопрос

обучающийся может делать ошибки, не влияющие в целом на раскрытие его содержания, При этом учитывается активность обучающегося в течение периода изучения дисциплины, ответы на вопросы текущей успеваемости, успешное преодоление тестирования и правильность выполнения предусмотренных расчетно-графических работ.

Отметка «не зачтено» выставляется в случае отсутствия систематических знаний по дисциплине, что выражается в неспособности ответить на заданный вопрос, либо обучающийся дает ответ существенно искажающий суть затрагиваемой темы. При наличии ошибок в ответе на вопрос обучающийся показывает непонимание проблемы или процесса, что выражается в неполноте ответа. В таком случае, отсутствие или низкая активность обучающегося в течение теоретического обучения, выраженное в отрицательных показателях текущей успеваемости (регулярные пропуски лекционных и лабораторных занятиях или их большое количество, отсутствие ответов в рамках устных опросов, отсутствия или неудовлетворительно выполненных расчетно-графических работ будет объективным показателем при оценке неудовлетворительной степени сформированности элементов компетенции и ее индикаторов, 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 2 (см. п.4.3)	ИДК <sub>ПК-1.1</sub> ИДК <sub>ПК-1.2</sub>
2	Устный опрос / тестирование	Раздел 3 (см. п.4.3)	ИДК <sub>ПК-1.1</sub> ИДК <sub>ПК-1.2</sub>
3	Устный опрос / тестирование	Раздел 4 (см. п.4.3)	ИДК <sub>ПК-1.1</sub> ИДК <sub>ПК-1.2</sub>
4	Устный опрос / расчетно-графические работы	Раздел 5 (см. п.4.3)	ИДК <sub>ПК-1.1</sub> ИДК <sub>ПК-1.2</sub>
5	Устный опрос	Раздел 6 (см. п.4.3)	ИДК <sub>ПК-1.1</sub> ИДК <sub>ПК-1.2</sub>

#### Вопросы для подготовки к устным опросам при проведении проверки текущей успеваемости

1. Примеры рационального и нерационального использования методов диагностики минералов.
2. Принципы построения стереографических проекций.
3. Взаимосвязь физических свойств минералов и их конституции.

4. Особенности строения кристаллических структур минералов.
5. Формы нахождения химических элементов в минералах.
6. Кристалломорфология и онтогенез минералов.
7. Принципы макроскопической диагностики и основные физические свойства самородных металлов.
8. Принципы макроскопической диагностики и основные физические свойства сульфидов и сульфосолей.
9. Принципы макроскопической диагностики и основные физические свойства оксидов, вольфрамов и молибдатов.
10. Принципы макроскопической диагностики галоидов.
11. Принципы макроскопической диагностики карбонатов, сульфатов, фосфатов.
12. Методы полевого определения главных породообразующих минералов подкласса островных силикатов.
13. Методы полевого определения главных породообразующих минералов подклассов цепочечных и ленточных силикатов.
14. Методы полевой диагностики главных породообразующих минералов подкласса слоистых силикатов.
15. Методы полевой диагностики главных породообразующих минералов подкласса каркасных алюмосиликатов.
16. Типохимизм минералов.
17. Типоморфные минералы и типоморфные признаки. Их характеристика.
18. Зависимость свойств минералов от условий их образования.
19. Современные представления о процессах минералообразования.
20. Главнейшие типы минералообразующих процессов.
21. Краткая характеристика главных генетических типов минералообразующих процессов и их связь с различными зонами земной коры.
22. Магма, ее состав и особенности ее дифференциации при застывании.
23. Последовательность выделения главных силикатных минералов при кристаллизации магмы.
24. Схемы отделения и концентрации рудных минералов при магматическом процессе.
25. Типичные минеральные ассоциации, связанные с основным и ультраосновным магматизмом.
26. Минеральные ассоциации в месторождениях алмаза, хромита, титаномагнетита, платиноидов, алмаза.
27. Минеральные ассоциации магматических сульфидных месторождений.
28. Понятие о карбонатитах и представления об их генезисе.
29. Минеральные ассоциации карбонатитов.
30. Пегматиты и современные представления об их происхождении.
31. Минеральный состав гранитных пегматитов.
32. Общая схема классификации гранитных пегматитов.
33. Минеральные ассоциации щелочных пегматитов.
34. Типичные минеральные ассоциации в гидротермальных образованиях.
35. Типы гидротермальных минеральных ассоциаций и их связь с глубиной образования.
36. Минеральные ассоциации высокотемпературных гидротермальных образований.
37. Минеральные ассоциации среднетемпературных гидротермальных образований.
38. Минеральные ассоциации низкотемпературных гидротермальных образований.
39. Главнейшие минеральные ассоциации в сульфидных рудных жилах.
40. Минеральные ассоциации безрудных гидротермальных образований.

41. Общие представления о контактово-метасоматическом процессе минералообразования.
42. Типы минеральных образований при метасоматических процессах.
43. Минеральные ассоциации скарнов.
44. Известковые и магнезиальные скарны.
45. Типичные для скарнов ассоциации рудных минералов.
46. Альбититы и грейзены. Особенности образования и минерального состава.
47. Общие представления об осадочном процессе минералообразования.
48. Условия и факторы, определяющие характер гипергенных процессов.
49. Условия и закономерности образования минералов при выветривании сульфидных месторождений.
50. Минералогия зоны окисления свинцово-цинковых и медных месторождений.
51. Условия и закономерности образования минералов в корах выветривания.
52. Профиль коры выветривания и характеристика минеральных ассоциаций в главных зонах на примере ультраосновных и глиноземистых пород.
53. Минералогия латеритного типа кор выветривания.
54. Механическая и гидрохимическая дифференциация вещества при минералообразовании в осадках.
55. Россыпи и главные минеральные ассоциации в них.
56. Минералы, образующиеся при биогенных процессах осадконакопления.
57. Общая характеристика метаморфических процессов минералообразования.
58. Физико-химическая характеристика процессов образования минералов при региональном метаморфизме.
59. Типичные минеральные ассоциации в различных по исходному составу метаморфических породах.
60. Жилы «альпийского» типа, месторождения асбеста, талька и других, их генетическая характеристика.
61. Лабораторные исследования химического состава минералов.
62. Методы локального исследования химического состава минералов.
63. Методы исследования внутреннего строения минералов.
64. Методы расчёта кристаллохимических формул минералов.
65. Термометрия магматических пород.
66. Термометрия метаморфических пород.
67. Минералогические геобарометры.
68. Анализ парагенетических минеральных ассоциаций пород и месторождений различных генетических типов.

### **Демонстрационный вариант теста для проведения проверки текущей успеваемости**

1. Твердые химически однородные вещества с неупорядоченным внутренним строением носят название
  - А. аморфные
  - Б. кристаллические
  - В. изометрические
  - Г. изоморфные
2. Такие свойства минералов как прозрачность, цвет, черта и блеск являются:
  - А. оптическими
  - Б. морфологическими
  - В. механическими
  - Г. генетическими

3. Количество видов симметрии для кристаллических тел составляет:
- А. 7
  - Б. 24
  - В. 32
  - Г. 47
4. Для какого минерала типичен гексагонально-призматический облик кристаллов?
- А. топаз
  - Б. пирит
  - В. спессартин
  - Г. берилл
5. В воде при комнатной температуре хорошо растворим:
- А. кварц
  - Б. кальцит
  - В. галит
  - Г. флюорит
6. Полиморфными модификациями является следующая пара минералов:
- А. алмаз-антрацит
  - Б. форстерит-фаялит
  - В. пирит-пирротин
  - Г. андалузит-силлиманит
7. Типичной изоморфной примесью в сфалерите является:
- А.  $\text{Na}^+$
  - Б.  $\text{Fe}^{2+}$
  - В.  $\text{Mn}^{3+}$
  - Г.  $\text{Ti}^{4+}$
8. У какого минерала часто наблюдается поперечная штриховка на гранях кристаллов?
- А. кварц
  - Б. галит
  - В. тальк
  - Г. флюорит
9. Связанная вода в кристаллической структуре минералов представлена в виде:
- А. гидроксильной группы  $(\text{OH})^-$
  - Б. отдельных ионов  $\text{H}^+$  и  $\text{O}^{2-}$
  - В. молекул  $\text{H}_2\text{O}$
  - Г. ионов  $\text{H}_3\text{O}^+$  и  $\text{OH}^-$
10. Важнейшим диагностическим свойством минералов группы слюд является:
- А. весьма совершенная спайность
  - Б. высокая твердость
  - В. металлический блеск
  - Г. гексаэдрический габитус кристаллов
11. Красные или бурые каемки вокруг радиоактивных минералов носят название:
- А. пестрая побежалость
  - Б. охристый обод
  - В. карминовая граница
  - Г. плеохроичный дворик
12. Химический элемент-примесь, приносящий окраску в минерал, называется
- А. бромоформ
  - Б. хромофор



- В. колер
- Г. краситель

13. Присутствие изоморфной примеси  $\text{Cr}^{3+}$  в корунде вызывает окрашивание минерала в этот цвет

- А. красный
- Б. синий
- В. зеленый
- Г. желтый

14. При изучении зонального строения минерала обычно используют этот метод:

- А. люминесцентный
- Б. иммерсионный
- В. гравитационная сепарация
- Г. электронная микроскопия

15. К неразрушающему локальному методу исследования химического состава минералов относится:

- А. рентгенофлуоресцентный анализ
- Б. рентгенофазовый анализ
- В. электронографический анализ
- Г. рентгеноспектральный микроанализ

16. При использовании этого метода исследуемый минерал в виде порошка помещают на предметное стекло в капле жидкости с известным показателем преломления

- А. метод Федорова
- Б. иммерсионный анализ
- В. термический анализ
- Г. масс-спектрометрический метод

17. Для исследования кристаллической структуры минерала применяют этот анализ:

- А. оптический
- Б. рентгенографический
- В. рентгенофлуоресцентный
- Г. химический

18. При проведении кристалооптического анализа используют:

- А. петрографический микроскоп
- Б. дифрактометр
- В. столика Федорова
- Г. тяжелые жидкости

19. Какой анализ используют для получения кривых нагревания вещества с целью установления эндо- и экзотермических эффектов, обусловленных физическими и химическими превращениями минералов?

- А. рентгенофазовый
- Б. химический
- В. термический
- Г. изотопный

20. Мероприятия, направленные на преобразование/превращение пробы минерала или горной породы в форму, необходимую для требуемого анализа называются:

- А. квартование пробы
- Б. гомогенизация пробы
- В. пробоотбор
- Г. пробоподготовка

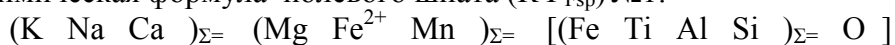


**Образец расчетно-графической работы «Расчет кристаллохимических формул полевых шпатов анионным методом и выяснение классификационной принадлежности» к разделу 5**

Таблица химического состава полевого шпата №1 (а-5)

Оксид	Содержание, масс.%	Молекулярный вес	Молекулярное количество	Атомное количество		Расчетный фактор	Коэффициент
				анионов	катионов		
SiO <sub>2</sub>	65,04						
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	20,88						
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,35						
FeO	0,14						
CaO	1,64						
MgO	0,16						
Na <sub>2</sub> O	9,90						
K <sub>2</sub> O	0,88						

Кристаллохимическая формула полевого шпата (КФ<sub>Фсп</sub>) №1:



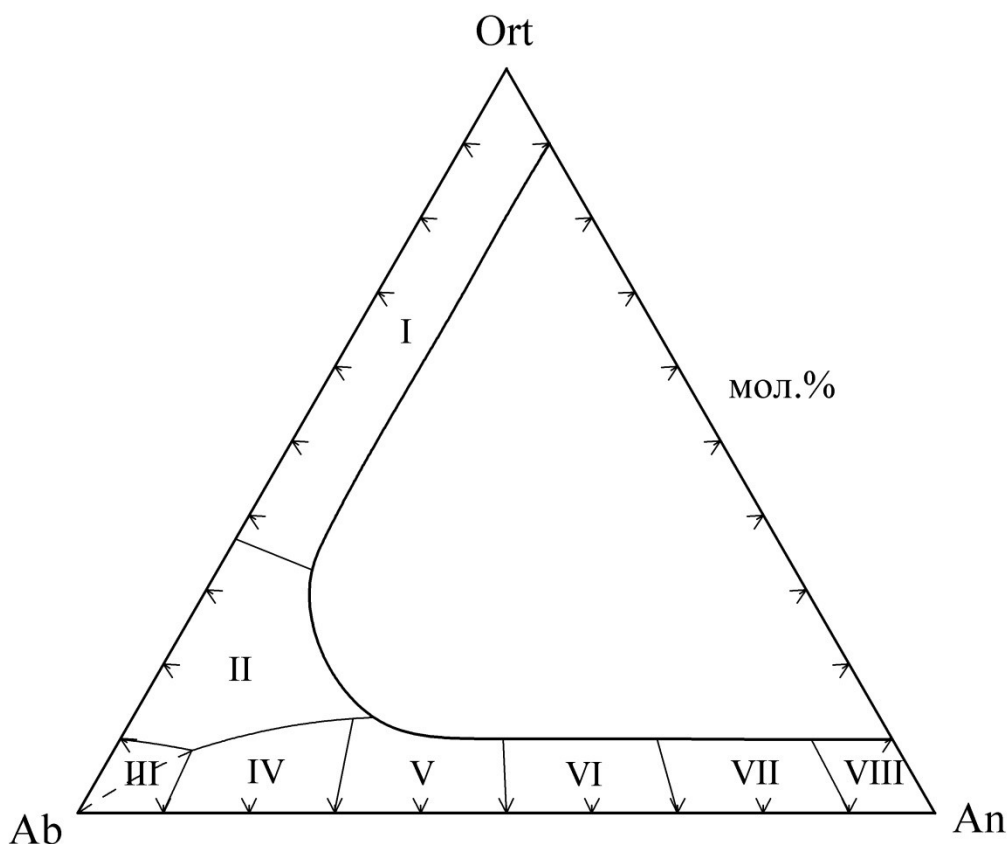
Расчет миналов полевых шпатов

№	Ab	An	Ort
1			

$$Ab = Na_{ф.е.} / (Na_{ф.е.} + K_{ф.е.} + Ca_{ф.е.}) \times 100$$

$$An = Ca_{ф.е.} / (Na_{ф.е.} + K_{ф.е.} + Ca_{ф.е.}) \times 100$$

$$Ort = K_{ф.е.} / (Na_{ф.е.} + K_{ф.е.} + Ca_{ф.е.}) \times 100$$



Классификационная диаграмма Ab-Ort-An для полевых шпатов. Поля составов полевых шпатов: I – санидин, II – анортоклаз, III – альбит, IV – олигоклаз, V – андезин, VI – лабрадор, VII – битовнит, VIII – анортит.

## 8.1.2 Оценочные материалы для промежуточной аттестации в форме зачета

### Перечень вопросов и заданий к зачету


#### Примерный перечень вопросов к зачету:

1. Цели и задачи дисциплины «Методы диагностики минералов».
2. Особенности химического состава и внутреннего строения минералов (на примере предложенной группы или семейства минералов).
3. Взаимосвязь морфологии и внутреннего строения минералов.
4. Выбор методов определения и исследования минералов.
5. Закон постоянства углов кристаллов минералов.
6. Кристаллохимический анализ минералов.
7. Способы представления данных кристаллохимического анализа.
8. Взаимосвязь оптических свойств минералов с их внутренним строением.
9. Взаимосвязь механических свойств минералов с их внутренним строением.
10. Принципы диагностики минералов по внешним макроскопическим свойствам.
11. Основные возможности и ограничения подхода диагностики минералов по внешним макроскопическим свойствам.
12. Диагностические свойства минералов класса самородных металлов.
13. Диагностические свойства минералов класса самородных неметаллов.
14. Диагностические свойства минералов класса сульфидов.
15. Диагностические свойства минералов класса сульфосолей.
16. Диагностические свойства минералов класса оксидов.
17. Диагностические свойства минералов класса гидрооксидов.
18. Диагностические свойства минералов класса фторидов.
19. Диагностические свойства минералов класса хлоридов.
20. Принципы полевой диагностики карбонатов.
21. Отличительные особенности минералов класса сульфатов.
22. Макроскопическая диагностика минералов класса фосфатов.
23. Макроскопическая диагностика минералов группы кианита.
24. Макроскопическая диагностика оливинов.
25. Макроскопическая диагностика гранатов.
26. Макроскопическая диагностика кольцевых силикатов.
27. Макроскопическая диагностика пироксенов.
28. Макроскопическая диагностика амфиболов.
29. Макроскопическая диагностика слюд.
30. Макроскопическая диагностика глинистых минералов.
31. Макроскопическая диагностика минералов семейства фельдшпатоидов.
32. Макроскопическая диагностика полевых шпатов.
33. Макроскопическая диагностика цеолитов.
34. Парагенетический подход в определении минералов.
35. Типоморфизм и типоморфные признаки минералов.
36. Типоморфные минеральные ассоциации магматических образований.
37. Типоморфные минеральные ассоциации пегматитов.
38. Типоморфные минеральные ассоциации низкотемпературных гидротермальных образований.
39. Типоморфные минеральные ассоциации среднетемпературных гидротермальных образований.
40. Типоморфные минеральные ассоциации высокотемпературных гидротермальных образований.
41. Типоморфные минеральные ассоциации скарнов.

42. Типоморфные минеральные ассоциации грейзенов.
43. Типоморфные минеральные ассоциации метаморфических пород.
44. Типоморфные минеральные ассоциации осадочных пород.
45. Особенности процессов минералообразования.
46. Современные лабораторные методы исследования минералов.
47. Лабораторные методы исследования кристаллических структур минералов.
48. Лабораторные методы исследования химического состава минералов.
49. Принцип и область применения рентгеноспектрального микроанализа.
50. Кристаллооптический анализ минералов.
51. Рентгенометрический метод исследования минералов.
52. Резонансные методы исследования состава и структуры минералов.
53. Принцип и область применения термического анализа.
54. Принцип и область применения люминесцентного анализа.
55. Принципы планирования и организации минералогических, петрографических и геохимических исследований.
56. Особенности обработки, интерпретации и представления результатов макроскопического и лабораторного исследования минералов.
57. Пути рационального выбора и сочетания методов анализа для выполнения поставленной задачи в исследовании минералов.

**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 направлению подготовки 05.03.01 Геология, утвержденного приказом №925 Минобрнауки России от 07.08. 2020 г.

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