



**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.А. Сасим

«20» апреля 2026 г.



**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

Наименование дисциплины (модуля): *Б1.В.1.05 Кристаллохимия*

Направление подготовки: *05.03.01 Геология*

Направленность (профиль) подготовки: *Геология и месторождения твердых полезных ископаемых*

Квалификация выпускника: *бакалавр*

Форма обучения: *очная*

Согласовано с УМК геологического  
факультета

Протокол №6 от «20 апреля 2026 г.

Председатель  С.П. Летунов

Рекомендовано кафедрой:

Протокол №5

от «16» апреля 2026 г.

Зав. кафедрой  С.А. Сасим

Иркутск 2026 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 .....	8
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 .....	10
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 .....	11
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 .....	17

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

**Целью дисциплины** является формирование у обучающихся основ кристаллохимии, в том числе обзор кристаллических структур главных породообразующих минералов магматических и метаморфических горных пород, ознакомления студентов с порядком расчета кристаллохимических формул и распределения катионов по основным структурным позициям наиболее распространенных породообразующих минералов.

### **Задачи:**

- дать обзор существующих основных породообразующих классификаций минералов;
- рассмотреть особенности распределения структурных единиц (атомов, ионов, структурных комплексов) в кристаллических структурах;
- показать особенности расчета их кристаллохимических формул и минерального состава;
- разобрать алгоритмы пересчета химического состава минералов на кристаллохимические формулы, минеральный и минеральный составы;
- обратить внимание на различие геохимических характеристик основных породообразующих минералов, образовавшихся в разных геологических условиях.

## **II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО**

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

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

Знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной необходимы для освоения таких дисциплин как «Литология», Геохимия», «Изотопная геохимия», а также прохождения практики «Научно-исследовательская работа» и выполнения и подготовки выпускной квалификационной работы».

## **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-5 Способен самостоятельно или в составе коллектива обрабатывать и осуществлять интерпретацию геологических, геохимических и геофизических данных</p>	<p>ИДК<sub>ПК5.1</sub> Осуществляет сбор и структурирование геологической полевой и лабораторной информации</p>	<p><b>Знать:</b> - особенности влияния конституции минералов на морфологию их кристаллов и физических свойств; - принципы классификации минералов; - конституционные особенности минералов;</p> <p><b>Уметь:</b> - выявлять взаимосвязь между кристаллохимическими характеристиками породообразующих минералов и генетическими особенностями их формирования ; - составлять алгоритмы расчета кристаллохимических формул и минералов с помощью персонального компьютера.</p> <p><b>Владеть:</b> - навыками сбора и структурирования результатов анализов химического состава минералов</p>
	<p>ИДК<sub>ПК5.2</sub> Использует современные методы и технические средства для обработки и интерпретации геологических, геохимических и геофизических данных</p>	<p><b>Знать:</b> - алгоритмы расчетов кристаллохимических формул породообразующих минералов.</p> <p><b>Уметь:</b> - производить расчет кристаллохимических формул породообразующих минералов и их минералов.</p> <p><b>Владеть:</b> - навыками расчета кристаллохимических формул породообразующих минералов в том числе с применением программного обеспечения; - принципами интерпретации кристаллохимических характеристик минералов для установления генетических условий их формирования.</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. Формулы минералов и принципы их расчета.	ВОСЬМОЙ			2	4		2	собеседование
2	Раздел 2. Кристаллохимизм оливинов.				2	4		2	собеседование
3	Раздел 3. Кристаллохимизм гранатов.				2	4		4	собеседование
4	Раздел 4. Кристаллохимизм пироксенов.				2	4		4	собеседование
5	Раздел 5. Кристаллохимизм амфиболов.				2	4		4	собеседование
6	Раздел 6. Кристаллохимизм слюд.				2	4		4	собеседование
7	Раздел 7. Кристаллохимизм полевых шпатов.				2	4		4	собеседование
<b>Всего</b>			<b>108</b>		<b>14</b>	<b>28</b>	<b>1</b>	<b>24+1</b>	<b>зачет, 4 часа</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 (КУТ)			Загрты времени (час.)
шестой	Раздел 1. Формулы минералов и принципы их расчета.	Работа с литературой, составление конспекта с выделением определений терминов, принципов составления формул минералов и алгоритмов расчета кристаллохимических формул	24-25	2	собеседование	раздел Va, №1,2 раздел Vб, раздел Vв
	Раздел 2. Кристаллохимизм оливинов.	Работа с литературой, составление конспекта с выделением определений терминов. Составление алгоритма расчета кристаллохимических формул оливинов и их миналов	25-27	2	собеседование	раздел Va, №1,2 раздел Vб, раздел Vв
	Раздел 3. Кристаллохимизм гранатов.	Работа с литературой, составление конспекта с выделением определений терминов. Составление алгоритма расчета кристаллохимических формул гранатов и их миналов	27-29	4	собеседование	раздел Va, №1,2 раздел Vб, раздел Vв
	Раздел 4. Кристаллохимизм пироксенов.	Работа с литературой, составление конспекта с выделением определений терминов. Составление алгоритма расчета кристаллохимических формул пироксенов и их миналов	29-31	4	собеседование	раздел Va, №1,2 раздел Vб, раздел Vв

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 5. Кристаллохимизм амфиболов.	Работа с литературой, составление конспекта с выделением определений терминов. Составление алгоритма расчета кристаллохимических формул амфиболов и их миналов	31-33	4	собеседование	раздел Va, №1,2 раздел Vб, раздел Vв
	Раздел 6. Кристаллохимизм слюд.	Работа с литературой, составление конспекта с выделением определений терминов. Составление алгоритма расчета кристаллохимических формул слюд и их миналов	33-35	4	собеседование	раздел Va, №1,2 раздел Vб, раздел Vв
	Раздел 7. Кристаллохимизм полевых шпатов.	Работа с литературой, составление конспекта с выделением определений терминов. Составление алгоритма расчета кристаллохимических формул полевых шпатов и их миналов	35-37	4	собеседование	раздел Va, №1,2 раздел Vб, раздел Vв
Общий объем самостоятельной работы по дисциплине (час)				24		

### 4.3 Содержание учебного материала

#### Раздел 1. Формулы минералов и принципы их расчета

- 1.1. Химический состав минералов.
- 1.2. Принципы плотнейших упаковок компонентов силикатов.
- 1.3. Методы расчета формул минералов.
- 1.4. Химические составные части породообразующих минералов.

#### Раздел 2. Кристаллохимизм оливинов.

- 2.1. Классификация оливинов.
- 2.2. Особенности расчета кристаллохимических формул и минального состава оливинов
- 2.3. Распределение петрогенных и редких элементов в оливинах.

#### Раздел 3. Кристаллохимизм гранатов.

- 3.1. Классификация гранатов.
- 3.2. Особенности расчета кристаллохимических формул и минального состава гранатов
- 3.3. Распределение петрогенных элементов гранатов.
- 3.4. Распределение редких элементов гранатов.

#### Раздел 4. Кристаллохимизм пироксенов.

- 4.1. Классификация пироксенов.
- 4.2. Особенности кристаллохимических формул и минального состава пироксенов.
- 4.3. Распределение петрогенных и редких элементов пироксенов

#### Раздел 5. Кристаллохимизм амфиболов.

- 5.1. Классификация амфиболов.
- 5.2. Особенности расчета кристаллохимических формул и минального состава амфиболов.
- 5.3. Распределение петрогенных элементов амфиболов.
- 5.4. Распределение редких элементов амфиболов.

#### Раздел 6. Кристаллохимизм слюд.

- 6.1. Классификация слюд.
- 6.2. Особенности расчета кристаллохимических формул и минального состава слюд.
- 6.3. Распределение петрогенных и редких элементов слюд.

#### Раздел 7. Кристаллохимизм полевых шпатов.

- 7.1. Классификация полевых шпатов.
- 7.2. Особенности расчета кристаллохимических формул и минального состава полевых шпатов.
- 7.3. Распределение петрогенных и редких элементов полевых шпатов.

#### 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	1	Методы расчета формул минералов.	2	-	Собеседование	ИДК <sub>ПК-5.1</sub> ИДК <sub>ПК-5.2</sub>
2	2	Особенности расчета кристаллохимических формул и минального состава оливинов	2	-	Собеседование	ИДК <sub>ПК-5.1</sub> ИДК <sub>ПК-5.2</sub>
3	2	Распределение	2	-	Собеседование	ИДК <sub>ПК-5.1</sub>

		петрогенных и редких элементов в оливинах.				ИДК <sub>ПК-5.2</sub>
4	3	Особенности расчета кристаллохимических формул и минального состава гранатов	2	-	Собеседование	ИДК <sub>ПК-5.1</sub> ИДК <sub>ПК-5.2</sub>
5	3	Распределение петрогенных и редких элементов гранатов.	2	-	Собеседование	ИДК <sub>ПК-5.1</sub> ИДК <sub>ПК-5.2</sub>
7	4	Особенности кристаллохимических формул и минального состава пироксенов.	2	-	Собеседование	ИДК <sub>ПК-5.1</sub> ИДК <sub>ПК-5.2</sub>
8	4	Распределение петрогенных и редких элементов пироксенов	2	-	Собеседование	ИДК <sub>ПК-5.1</sub> ИДК <sub>ПК-5.22</sub>
9	5	Особенности расчета кристаллохимических формул и минального состава амфиболов.	2	-	Собеседование	ИДК <sub>ПК-5.1</sub> ИДК <sub>ПК-5.2</sub>
10	5	Распределение петрогенных и редких элементов амфиболов.	2	-	Собеседование	ИДК <sub>ПК-5.1</sub> ИДК <sub>ПК-5.2</sub>
11	6	Особенности расчета кристаллохимических формул и минального состава слюд.	2	-	Собеседование	ИДК <sub>ПК-5.1</sub> ИДК <sub>ПК-5.2</sub>
12	6	Распределение петрогенных и редких элементов слюд.	2	-	Собеседование	ИДК <sub>ПК-5.1</sub> ИДК <sub>ПК-5.2</sub>
13	7	6.2. Особенности расчета кристаллохимических формул и минального состава полевых шпатов.	2	-	Собеседование	ИДК <sub>ПК-5.1</sub> ИДК <sub>ПК-5.2</sub>
14	7	Распределение петрогенных и редких элементов полевых шпатов.	2	-	Собеседование	ИДК <sub>ПК-5.1</sub> ИДК <sub>ПК-5.2</sub>

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

№ п/н	Тема	Задание	Формируемая компетенция	ИДК
1	Обзор современных классификаций минералов	Проработка источников информации раздела V, составление конспекта	ПК-1	ИДК <sub>ПК-5.1</sub>
2	Принципы и алгоритмы расчета кристаллохимических формул рудных минералов	Проработка источников информации раздела V, составление конспекта	ПК-1	ИДК <sub>ПК-5.1</sub> ИДК <sub>ПК-5.2</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 практических 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 кристаллохимии. Важным элементов при составлении конспектов обучающийся должен уделить на варианты и схемы пересчетов в зависимости от особенностей группы минералов и результатов анализа химического состава. При проработке соответствующей темы, обучающийся должен выписывать незнакомые термины, приводить их определения и давать им необходимые разъяснения, желателен указывая источник информации путем добавления библиографической ссылки. Перед началом составления конспекта, обучающийся должен просмотреть записи, сделанные на лекциях и практических 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 практических 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.

#### **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).

- 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-5.1</sub> ИДК <sub>ПК-5.2</sub>
2	Устный опрос / тестирование	Раздел 3 (см. п.4.3)	ИДК <sub>ПК-5.1</sub> ИДК <sub>ПК-5.2</sub>
3	Устный опрос / тестирование	Раздел 4 (см. п.4.3)	ИДК <sub>ПК-5.1</sub> ИДК <sub>ПК-5.2</sub>
4	Устный опрос / расчетно-графические работы	Раздел 5 (см. п.4.3)	ИДК <sub>ПК-5.1</sub> ИДК <sub>ПК-5.2</sub>
5	Устный опрос	Раздел 6 (см. п.4.3)	ИДК <sub>ПК-5.1</sub> ИДК <sub>ПК-5.2</sub>

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

1. Особенности строения кристаллических структур минералов.
2. Химический состав минералов. Анионы, катионы, структурные группировки.
3. Какие типы плотнейших упаковок вы знаете?
4. Что такое октаэдрические и тетраэдрические пустоты в плотнейших упаковках.
5. Что такое атомные и ионные радиусы, какими единицами измерения оцениваются?
6. Опишите формы нахождения химических элементов в структуре минералов.
7. Дефекты кристаллических структур.
8. Изоморфизм и его типы.
9. Какие методы расчета формул минералов вам известны.
10. Сформулируйте основной алгоритм расчета эмпирической формулы анионным методом.
11. Сформулируйте основной алгоритм расчета эмпирической формулы катионным методом.
12. Сформулируйте основной алгоритм расчета эмпирической формулы по валентностям.
13. Кристалломорфология и онтогенез минералов.

14. Структуры островного типа.
15. Структуры кольцевого типа.
16. Цепочечные и ленточные структуры.
17. Слоевые структуры.
18. В чем проявляется политипия в слоевых структурах минералов?
19. Каркасные структуры.
20. Особенности расчета кристаллохимических формул и минимального состава оливинов.
21. Особенности расчета кристаллохимических формул и минимального состава гранатов.
22. Особенности кристаллохимических формул и минимального состава пироксенов.
23. Вариации мотивов кристаллических структур слоевых силикатов. Принципы построения кристаллических структур слоевых силикатов.
24. Особенности расчета кристаллохимических формул и минимального состава слюд.
25. Особенности расчета кристаллохимических формул и минимального состава полевых шпатов.
26. Типохимизм минералов.
27. Типоморфные минералы и типоморфные признаки. Их характеристика.
28. Лабораторные исследования химического состава минералов.
29. Лабораторные исследования внутреннего строения минералов.

### **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. Примером триоктаэдрической слюды является:
  - А. мусковит
  - Б. флогопит
  - В. аннит
  - Г. лепидолит
3. Какое координационное число характерно для кремния в структуре кремнекислородных тетраэдров силикатов?
  - А. 2
  - Б. 3
  - В. 4
  - Г. 6
4. Причина предпочтительного вхождения в катионную позицию  $Mg^{2+}$  по сравнению с  $Fe^{2+}$  с увеличением давления при образовании граната пироп-альмандинового ряда обусловлено
  - А. меньшим ионным радиусом  $Mg^{2+}$  по сравнению с  $Fe^{2+}$
  - Б. большим ионным радиусом  $Mg^{2+}$  по сравнению с  $Fe^{2+}$
  - В. ростом температуры при увеличении давления в среде минералообразования
  - Г. принципиальным изменением типа кристаллической структуры
5. Полиморфными модификациями является следующая пара минералов:
  - А. альмандин-андрадит
  - Б. форстерит-фаялит

- В. пирит-пирротин
- Г. андалузит-силлиманит

6. Типичной изоморфной примесью в сфалерите является:

- А.  $\text{Na}^+$
- Б.  $\text{Fe}^{2+}$
- В.  $\text{Mn}^{3+}$
- Г.  $\text{Ti}^{4+}$

7. При расчете эмпирической формулы полевых шпатов по анионному методу общее число кислорода принимают равным:

- А. 4
- Б. 8
- В. 16
- Г. 32

8. 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  $\text{OH}^-$

9. Важнейшим следствием особенности конституции минералов группы слюд является:

- А. весьма совершенная спайность
- Б. высокая твердость
- В. металлический блеск
- Г. гексаэдрический габитус кристаллов

10. Для исследования кристаллической структуры минерала применяют этот анализ:

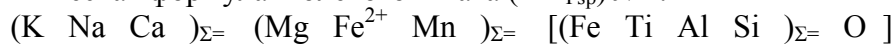
- А. оптический
- Б. рентгенографический
- В. рентгенофлуоресцентный
- Г. химический

**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:



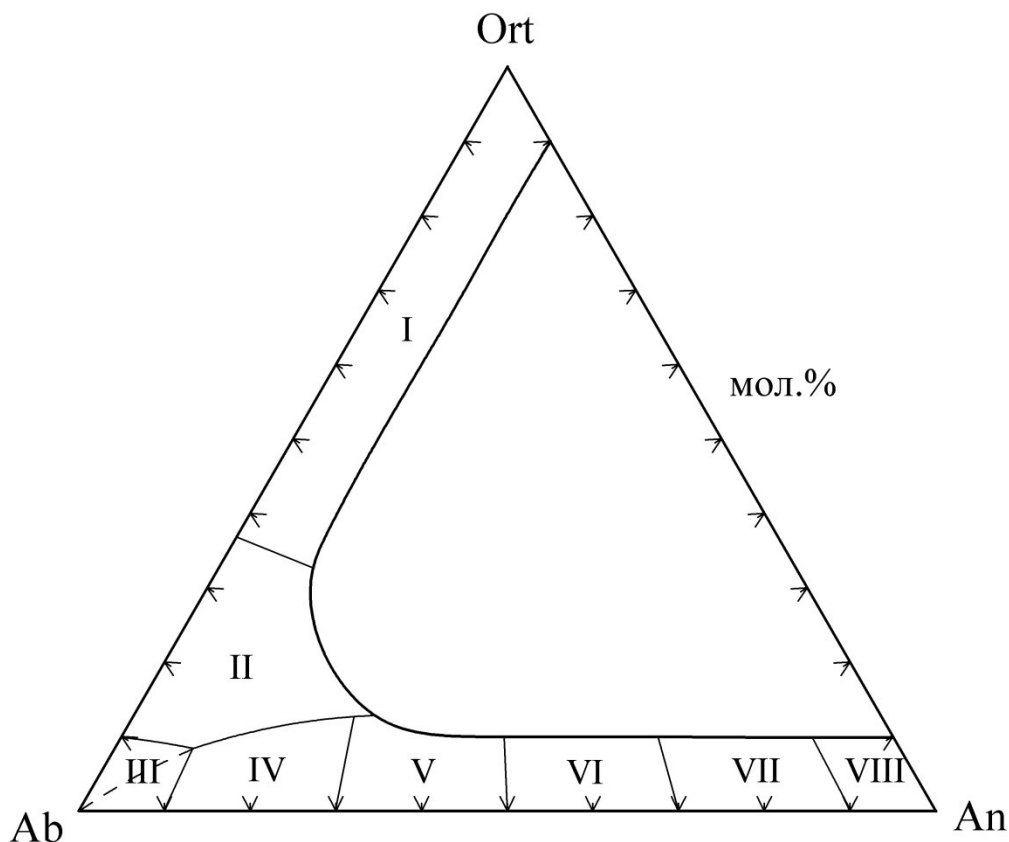
Расчет миналов полевых шпатов

№	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 «Кристаллохимия».
2. Особенности химического состава и внутреннего строения минералов (на примере предложенной группы или семейства минералов).
3. Кристаллохимический анализ минералов.
4. Способы представления данных кристаллохимического анализа.
5. Взаимосвязь оптических свойств минералов с их внутренним строением.
6. Особенности строения кристаллических структур минералов.
7. Химический состав минералов.
8. Принцип плотнейших упаковки. Типы пустот в плотнейших упаковках.
9. Методы расчета формул минералов.
10. Химические составные части породообразующих минералов.
11. Формы нахождения химических элементов в минералах.
12. Кристалломорфология и онтогенез минералов.
13. Кристаллохимизм оливинов. Классификация оливинов. Особенности расчета кристаллохимических формул и минерального состава оливинов.
14. Распределение петрогенных и редких элементов в оливинах.
15. Кристаллохимизм гранатов. Классификация гранатов. Особенности расчета кристаллохимических формул и минерального состава гранатов.
16. Распределение петрогенных и редких элементов в гранатах.
17. Кристаллохимизм пироксенов. Классификация пироксенов. Особенности расчета кристаллохимических формул и минерального состава пироксенов.
18. Распределение петрогенных и редких элементов пироксенов
19. Кристаллохимизм амфиболов. Классификация амфиболов. Особенности расчета кристаллохимических формул и минерального состава амфиболов.
20. Распределение петрогенных и редких элементов амфиболов
21. Вариации мотивов кристаллических структур слоистых силикатов. Принципы построения кристаллических структур слоистых силикатов.
22. Кристаллохимизм слюд. Классификация слюд. Особенности расчета кристаллохимических формул и минерального состава слюд.
23. Распределение петрогенных и редких элементов слюд.
24. Кристаллохимизм полевых шпатов. Классификация полевых шпатов. Особенности расчета кристаллохимических формул и минерального состава полевых шпатов.
25. Распределение петрогенных и редких элементов полевых шпатов.
26. Типохимизм минералов.
27. Типоморфные минералы и типоморфные признаки. Их характеристика.
28. Зависимость свойств минералов от условий их образования.
29. Современные представления о процессах минералообразования.
30. Главнейшие типы минералообразующих процессов.
31. Краткая характеристика главных генетических типов минералообразующих процессов и их связь с различными зонами земной коры.
32. Лабораторные исследования химического состава минералов.
33. Методы локального исследования химического состава минералов.
34. Методы исследования внутреннего строения минералов.
35. Методы расчёта кристаллохимических формул минералов.
36. Термобарометрия магматических пород.
37. Термобарометрия метаморфических пород.
38. Минералогические геобарометры.

**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.*