



**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
ФГБОУ ВО «ИГУ»  
**Кафедра полезных ископаемых**



**Рабочая программа дисциплины**

**Б1.В.02 Методы диагностики минералов**

Специальность: 21.05.02 « Прикладная геология»

Специализация: «Геологическая съемка, поиски и разведка твердых полезных ископаемых»

Квалификация выпускника: горный инженер-геолог

Форма обучения: очная, заочная

Согласовано с УМК геологического факультета

Протокол № 6 от «23» 03 2020 г.

Председатель \_\_\_\_\_ А.Ф. Летникова

Рекомендовано кафедрой полезных ископаемых

Протокол № 6  
от «26» 03 2020 г.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
доцент С.А. Сасим

Иркутск 2020 г.

## Содержание

Содержание .....	2
1. Цели и задачи дисциплины.....	3
2. Место дисциплины в структуре ОПОП.....	3
3. Требования к результатам освоения дисциплины.....	3
4. Объем дисциплины и виды учебной работы .....	4
5. Содержание дисциплины.....	4
5.1. Содержание разделов дисциплины.....	4
5.2. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами.....	6
5.3. Разделы и темы дисциплин и виды занятий .....	7
6. Перечень практических занятий .....	11
6.1. План самостоятельной работы студентов.....	12
6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов. ....	16
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины: .....	20
а) основная литература.....	20
б) дополнительная литература .....	20
в) программное обеспечение .....	20
г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы .....	21
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины: .....	21
9. Образовательные технологии.....	22
10. Оценочные средства (ОС): .....	22
10.1. Оценочные средства для: .....	22
10.2. Примерный перечень вопросов для проверки самостоятельной работы и подготовки к устным опросам.....	22
10.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации .....	24

### **1. Цели и задачи дисциплины.**

Цель дисциплины – ознакомление студентов с современными подходами к определению минералов, значение чего чрезвычайно важно для выбора и рационального использования метода исследования при выполнении широкого спектра геологических работ.

Основными задачами дисциплины являются:

- закрепление и развитие теоретических знаний студентов по дисциплинам «Кристаллография», «Минералогия», «Петрография»;
- формирование представлений о возможных подходах к диагностированию минералов, в том числе детальными лабораторными методами исследования минерального вещества;
- развитие и углубление навыков использования совокупности физических и морфологических свойств и генетических особенностей минералов для макроскопической диагностики;
- приобретение практических навыков обработки, интерпретации и представлении результатов лабораторных исследований минералов;
- приобретение навыков по планированию и организации петрографических, минералогических и геохимических исследований минералов.

**2. Место дисциплины в структуре ОПОП.** Курс в соответствии с учебным планом для специальности 21.05.02 «Прикладная геология» специализации «Геологическая съемка, поиски и разведка твердых полезных ископаемых» и федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования по специальности 21.05.02 «Прикладная геология», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации №548 от 12.05.2019 г. относится к *обязательной дисциплине вариативной части*. Дисциплина базируется на знаниях и навыках, приобретенных студентами в рамках изучения курсов «Общая геология», «Кристаллография». Материал дисциплины и приобретенные навыки необходимы для освоения последующих дисциплин, таких как «Литология», «Общая геохимия», «Основы учения о полезных ископаемых».

Дисциплина читается для студентов второго курса.

### **3. Требования к результатам освоения дисциплины:**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование у студента следующих компетенций:

производственно-технологическая деятельность:

готовностью использовать теоретические знания при выполнении производственных, технологических и инженерных исследований в соответствии со специализацией (ПК-1);

способностью проводить геологические наблюдения и осуществлять их документацию на объекте изучения (ПК-3);

научно-исследовательская деятельность:

способностью устанавливать взаимосвязи между фактами, явлениями, событиями и формулировать научные задачи по их обобщению (ПК-12);

способностью планировать и выполнять аналитические, имитационные и экспериментальные исследования, критически оценивать результаты исследований и делать выводы (ПК-14);

В результате изучения данной дисциплины студент должен:

*знать:*



- 2.1. Связь внешней морфологии кристаллов минералов с их внутренним строением.
- 2.2. Закон постоянства граничных углов Ломоносова – Стено – Роме де Лиля и кристаллохимический анализ кристаллов минералов.
- 2.3. Методы проецирования кристаллов минералов как элемент представления данных кристаллохимического анализа.

### **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.



### 5.3. Разделы и темы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела	Наименование темы	Виды занятий в часах			
			Лекц.	Пр. зан.	СРС	Всего
1	Раздел 1. Введение	1.1. Содержание «Методов диагностики минералов» как дисциплины, ее цели и задачи	0,2		2	10,2
		1.2. Положение и взаимосвязь дисциплины «Методы диагностики минералов» среди наук			2	
		1.3. Научное и практическое значение рационального использования методов диагностики минералов в ходе выполнения определенного комплекса геологических работ			2	
		1.4. Конституция и свойства минералов			4	
2	Раздел 2. Использование морфологических особенностей минералов для их диагностики	2.1. Связь внешней морфологии кристаллов минералов с их внутренним строением	0,4	1	2	7,4
		2.2. Закон постоянства углов Ломоносова – Стено – Роме де Лиля и кристаллохимический анализ кристаллов минералов			2	
		2.3. Методы проецирования кристаллов минералов как элемент представления данных кристаллохимического анализа			2	
3	Раздел 3. Макроскопическая диагностика минералов по физическим свойствам	3.1. Оптические свойства минералов и их связь с внутренним строением	0,4	1	4	17,4
		3.2. Механические свойства минералов и их связь с внутренним строением		1	4	
		3.3. Дополнительные диагностические свойства и их значение для экспрессной диагностики минералов		1	4	
		3.4. Роль, основные возможности и ограничения подхода диагностики минералов по внешним макроскопическим свойствам			2	

4	Раздел 4. Парагенетический анализ минералов	4.1. Сущность парагенетического подхода определения минералов	1		2	29
		4.2. Общие представления о методологии генетической минералогии			2	
		4.3. Особенности процессов минералообразования			6	
		4.4. Типоморфные минералы и типоморфные минеральные ассоциации		2	4	
		4.5. Особенности минеральных ассоциаций различных генетических типов			12	
5	Раздел 5. Лабораторные методы диагностики минералов	5.1. Общие представления об инструментальном исследовании химического состава, кристаллической структуры и физических свойств минералов	1		2	21
		5.2. Кристаллооптический анализ			2	
		5.3. Рентгенометрические методы			2	
		5.4. Спектральный и рентгеноспектральный микроанализ			8	
		5.5. Резонансные методы исследования состава и структуры минералов			2	
		5.6. Термический анализ			2	
		5.7. Люминесцентный анализ			2	
6	Раздел 6. Работы по организации, проведению и интерпретации результатов исследования диагностики минералов	6.1. Планирование и организация минералогических, петрографических и геохимических исследований	1		4	19
		6.2. Обработка, интерпретация и представление результатов по макроскопическому и лабораторному исследованию минералов		2	8	
		6.3. Рациональный выбор и сочетание методов анализа для выполнения поставленной задачи в исследования минерального индивида			4	
	Итого		4	8	92	104

#### 5.4. Перечень лекционных занятий

№ п/п	№ раздела и темы дисциплины. Тема лекции	Наименование используемых технологий	Трудоемкость (час) заоч.	Оценочные средства	Формируемые компетенции
1	2	3	4	5	6
1.	<p><b>Раздел 1. Введение.</b></p> <p>1.1. Содержание «Методов диагностики минералов» как дисциплины, ее цели и задачи</p> <p>1.2. Положение и взаимосвязь дисциплины «Методы диагностики минералов» среди наук</p> <p>1.3. Научное и практическое значение рационального использования методов диагностики минералов в ходе выполнения определенного комплекса геологических работ</p> <p>1.4. Конституция и свойства минералов</p>	Проектные методы обучения (с использованием мультимедийных презентаций).	0,2	собеседование	ПК-3 ПК-12,14 ПК-1
2.	<p><b>Раздел 2. Использование морфологических особенностей минералов для их диагностики.</b></p> <p>2.1. Связь внешней морфологии кристаллов минералов с их внутренним строением</p> <p>2.2. Закон постоянства углов Ломоносова – Стено – Роме де Лиля и кристаллохимический анализ кристаллов минералов</p> <p>2.3. Методы проецирования кристаллов минералов как элемент представления данных кристаллохимического анализа</p>	Проектные методы обучения (с использованием мультимедийных презентаций).	0,4	собеседование	ПК-3 ПК-12,14 ПК-1
3	<p><b>Раздел 3. Макроскопическая диагностика минералов по физическим свойствам</b></p> <p>3.1. Оптические свойства минералов и их связь с внутренним строением</p>	Проектные методы обучения (с использованием мультимедийных презентаций).	0,4	собеседование	ПК-3 ПК-12,14 ПК-1

	<p>3.2. Механические свойства минералов и их связь с внутренним строением</p> <p>3.3. Дополнительные диагностические свойства и их значение для экспрессной диагностики минералов</p> <p>3.4. Роль, основные возможности и ограничения подхода диагностики минералов по внешним макроскопическим свойствам</p>				
4	<p><b>Раздел 4. Парагенетический анализ минералов</b></p> <p>4.1. Сущность парагенетического подхода определения минералов</p> <p>4.2. Общие представления о методологии генетической минералогии</p> <p>4.3. Особенности процессов минералообразования</p> <p>4.4. Типоморфные минералы и типоморфные минеральные ассоциации</p> <p>4.5. Особенности минеральных ассоциаций различных генетических типов</p>	<p>Проектные методы обучения (с использованием мультимедийных презентаций).</p>	1	<p>собеседование</p>	<p>ПК-3 ПК-12,14 ПК-1</p>
5	<p><b>Раздел 5. Лабораторные методы диагностики минералов</b></p> <p>5.1. Общие представления об инструментальном исследовании химического состава, кристаллической структуры и физических свойств минералов</p> <p>5.2. Кристаллооптический анализ</p> <p>5.3. Рентгенометрические методы</p> <p>5.4. Спектральный и рентгеноспектральный микроанализ</p> <p>5.5. Резонансные методы исследования состава и</p>	<p>Проектные методы обучения (с использованием мультимедийных презентаций).</p>	1	<p>собеседование</p>	<p>ПК-3 ПК-12,14 ПК-1</p>

	структуры минералов 5.6. Термический анализ 5.7. Люминесцентный анализ				
6	<b>Раздел 6. Работы по организации, проведению и интерпретации результатов исследования диагностики минералов.</b> 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	Проектные методы обучения (с использованием мультимедийных презентаций).	1	собеседование	ПК-3 ПК-12,14 ПК-1

## 6. Перечень практических занятий

№ п/п	№ раздела и темы дисциплины	Наименование практических занятий	Трудоемкость (часы)	Оценочные средства	Формируемые компетенции
1	2.1	Морфология и физические свойства (диагностические свойства) минералов	1	зачет	ПК-3, ПК-1, ПК-12,14
2	3.1, 3.2, 3.3	Макроскопическая диагностика рудных минералов	1	зачет	ПК-3, ПК-1, ПК-12,14
3	3.1, 3.2, 3.3	Макроскопическая породообразующих несиликатных минералов	1	зачет	ПК-3, ПК-1, ПК-12,14

4	3.1, 3.2, 3.3	Макроскопическая диагностика породообразующих силикатных минералов	2	зачет	ПК-3, ПК-1, ПК-12,14
5	4.4, 4.5	Типоморфные минеральные ассоциации	1	зачет	ПК-3, ПК-1, ПК-12,14
6	6.2	Принципы и методы расчета кристаллохимических формул. Обработка, интерпретация и представление результатов лабораторного исследования минералов.	2	зачет	ПК-3, ПК-1, ПК-12,14

### 6.1. План самостоятельной работы студентов

№ нед.	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Кол.-во часов
1	Конституция и свойства минералов	Работа по закреплению теоретического материала, совершенствованию навыков определения и описания макроскопических характеристик минералов.	Анализ рекомендуемой литературы. По образцам из рабочей коллекции минералов описать и определить основные диагностические свойства минералов	1. Бетехтин А.Г. Курс минералогии. М. : КДУ. – 2008. – 736 с. 2. Буланов В.А., Сизых А.И. Кристаллохимизм породообразующих минералов. Иркутск: Изд-во Иркутского университета, 2005. – 220 с.	4
2	Использование морфологических особенностей минералов для их диагностики	Закрепление навыков определения, описания и проецирования простых форм и их	Определить и описать простые формы и их комбинации моделей кристаллов минералов. Провести стереографическое	11. Бетехтин А.Г. Курс минералогии. М. : КДУ. – 2008. – 736 с. 2. Буланов В.А.,	6

		комбинаций кристаллов минералов	проецирование стереографическое выявленных простых форм. Проанализировать с помощью рекомендуемой литературы диагностическое значение изучения морфологии кристаллов минералов.	Юденко М.А. Решение кристаллографических задач с помощью стереографических проекций. Иркутск: Иркут. гос. ун-т, 2006. – 175 с.	
3	Макроскопическая диагностика важнейших рудных минералов по физическим свойствам	Работа с рабочей коллекцией	С использованием рекомендуемой литературы выполнить диагностику минералов в образце, особое внимание уделяя рудным минералам. По предлагаемой схеме провести описание образца. Проанализировать значение механических свойств для диагностики рудных минералов.	1. Бетехтин А.Г. Курс минералогии. М. : КДУ. – 2008. – 736 с. 2. Буланов В.А., Белоголов А.А., Сизых А.И. Практическая минералогия с основами кристаллографии . – Иркутск: Изд-во Иркутского университета, 1995. - 248 с.	4
4	Макроскопическая диагностика породобразующих несиликатных минералов по физическим свойствам	Работа с рабочей коллекцией	С использованием рекомендуемой литературы выполнить диагностику минералов в образце, особое внимание нерудным минералам. По предлагаемой схеме провести описание образца. Оценить значение оптических и дополнительных диагностических свойств для определения минералов.	1. Бетехтин А.Г. Курс минералогии. М. : КДУ. – 2008. – 736 с. 2. Буланов В.А., Белоголов А.А., Сизых А.И. Практическая минералогия с основами кристаллографии . – Иркутск: Изд-во Иркутского университета, 1995. - 248 с.	4

5	Макроскопическая диагностика породобразующих силикатных минералов по физическим свойствам	Работа с рабочей коллекцией	С использованием рекомендуемой литературы выполнить диагностику минералов в образце, особое внимание нерудным минералам. По предлагаемой схеме провести описание образца. Оценить значение оптических и дополнительных диагностических свойств в определении породобразующих силикатных минералов.	1. Бетехтин А.Г. Курс минералогии. М. : КДУ. – 2008. – 736 с. 2. Буланов В.А., Белоголов А.А., Сизых А.И. Практическая минералогия с основами кристаллографии . – Иркутск: Изд-во Иркутского университета, 1995. - 248 с.	6
6	Типоморфные минеральные ассоциации магматических образований и пегматитов	Работа с эталонной и рабочей коллекциями	Выполнить определение главных минералов в образце, установив типоморфную минеральную ассоциацию. Дать заключение о важности генетического подхода в диагностике минералов.	1. Бетехтин А.Г. Курс минералогии. М. : КДУ. – 2008. – 736 с. 2. Буланов В.А., Сизых А.И. Кристаллохимизм породобразующих минералов. Иркутск: Изд-во Иркутского университета, 2005. – 220 с.	6
7	Типоморфные минеральные ассоциации гидротермальных образований	Работа с эталонной и рабочей коллекциями	Выполнить определение главных минералов в образце, установив типоморфную минеральную ассоциацию. Дать заключение о важности генетического подхода в диагностике минералов.	1. Бетехтин А.Г. Курс минералогии. М. : КДУ. – 2008. – 736 с. 2. Буланов В.А., Сизых А.И. Кристаллохимизм породобразующих минералов. Иркутск: Изд-во Иркутского университета,	4

				2005. – 220 с.	
8	Типоморфные минеральные ассоциации скарнов и грейзенов	Работа с эталонной и рабочей коллекциями	Выполнить определение главных минералов в образце, установив типоморфную минеральную ассоциацию. Дать заключение о важности генетического подхода в диагностике минералов.	1. Бетехтин А.Г. Курс минералогии. М. : КДУ. – 2008. – 736 с. 2. Буланов В.А., Сизых А.И. Кристаллохимизм породообразующих минералов. Иркутск: Изд-во Иркутского университета, 2005. – 220 с.	4
9	Типоморфные минеральные ассоциации метаморфических пород	Работа с эталонной и рабочей коллекциями	Выполнить определение главных минералов в образце, установив типоморфную минеральную ассоциацию. Дать заключение о важности генетического подхода в диагностике минералов.	1. Бетехтин А.Г. Курс минералогии. М. : КДУ. – 2008. – 736 с. 2. Буланов В.А., Сизых А.И. Кристаллохимизм породообразующих минералов. Иркутск: Изд-во Иркутского университета, 2005. – 220 с.	4
10	Типоморфные минеральные ассоциации осадочных пород	Работа с эталонной и рабочей коллекциями	Выполнить определение главных минералов в образце, установив типоморфную минеральную ассоциацию. Дать заключение о важности генетического подхода в диагностике минералов.	1. Бетехтин А.Г. Курс минералогии. М. : КДУ. – 2008. – 736 с. 2. Буланов В.А., Сизых А.И. Кристаллохимизм породообразующих минералов. Иркутск: Изд-во Иркутского	4

				университета, 2005. – 220 с.	
11	Обработка, интерпретация и представление результатов лабораторного исследования минералов	Расчёт кристаллохимических формул главных породобразующих минералов, интерпретация и представление полученных результатов	По заданию, которое выдано преподавателем, провести расчет кристаллохимических формул, а также миналов главных породобразующих минералов. На шаблоны классификационных диаграмм нанести результаты исследований и провести классификацию минералов.	1. Бетехтин А.Г. Курс минералогии. М. : КДУ. – 2008. – 736 с. 2. Буланов В.А., Сизых А.И. Кристаллохимизм породобразующих минералов. Иркутск: Изд-во Иркутского университета, 2005. – 220 с.	16

## 6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

Самостоятельная работа студентов (СРС) по данной дисциплине предусматривает широкий спектр заданий, включающих работу рабочей коллекцией образцов минералов в тесном сочетании с анализом рекомендованной литературы, выполнение расчетных задач с краткими выводами по каждой теме. Структура проведения СРС проведена в таблице 6.1, согласно которой ниже приведены краткие методические указания к еженедельной (по пунктам) семестровой работе студента.

1. СРС по теме «Конституция и свойства минералов» выполняется с использованием рабочей коллекции минералов. Основная задача, которая стоит перед студентом заключается в закреплении и углублении навыков определения наиболее полного спектра диагностических свойств минералов. Раздел коллекции, с соответствующим названием содержит комплект образцов с наиболее широким набором физических и морфологических свойств минералов. Для каждого образца необходимо провести макроскопическое исследование (определение) физических свойств минералов: блеска, цвета, черты, твердости, спайности, прозрачности, облика кристаллов, морфологии агрегатов, удельного веса, магнитности, реакции со слабым раствором соляной кислоты и др. Описание каждого минерала в образце проводить в тетради. По завершению работы с учетом анализа литературы сделать краткие выводы по взаимосвязи физических свойств с конституцией минералов.

2. СРС по теме «Использование морфологических особенностей минералов для их диагностики» предполагает работу с моделями комбинаций простых форм кристаллов минералов с использованием рекомендованной литературой. Основной задачей данной самостоятельной работы является закрепление навыков работы с моделями идеальных кристаллов, полученных при изучении дисциплины «Кристаллография», а также приобретенными навыками при изучении и описании облика кристаллов реальных минералов в дисциплине «Минералогия». При выполнении данной самостоятельной работы используются модели комбинаций простых форм типичных кристаллов важнейших породобразующих и рудных минералов. Выполнение этой СРС состоит в определении элементов симметрии, установления формулы симметрии и указания принадлежности каждой модели к категории, сингонии и вида симметрии, определения

общего числа простых форм и их названий. Для каждой модели в тетради схематически изображается стереографическая проекция всех граней простых форм. В заключении работы студент записывает в тетрадь основные выводы, касающиеся значения изучения морфологии кристаллов минералов для их диагностики.

3-5. СРС по темам «Макроскопическая диагностика важнейших рудных минералов по физическим свойствам», «Макроскопическая диагностика породообразующих несиликатных минералов по физическим свойствам», «Макроскопическая диагностика породообразующих силикатных минералов по физическим свойствам» выполняется единообразно с использованием соответствующих разделов рабочей коллекции и рекомендованной литературы. Основной задачей работы состоит определение физических свойств важнейших рудных и породообразующих минералов и описание образцов по следующей схеме.

Схема описания минерала(-ов) в образце:

*Образец 1.*

*Исследуемый минерал (рудный / породообразующий несиликатный / породообразующий силикатный).*

- *Блеск:* .....
- *Цвет:* .....
- *Черта:*.....
- *Твердость:* .....
- *Спайность:* .....
- *Форма кристаллов:* .....
- *Форма агрегатов:* .....
- *Дополнительные свойства:* .....
- *Предполагаемый минерал(-ы) и краткое обоснование* .....

.....  
*Другие минералы в образце: определить все возможные минералы в образце, кратко описать их и записать их название по схеме – минерал (2) – название, краткое описание; минерал (3) – название, краткое описание и т.д.*

*Предполагаемый генезис образца и обоснование.*

В заключении самостоятельной работы по каждой теме в тетради записать основные выводы, в которых необходимо отразить особенности диагностики рассмотренных минералов с учетом физических, морфологических, генетических особенностей. Сделать заключение по установленным минералам об их практическом использовании.

6-10. Самостоятельная работа по темам «Типоморфные минеральные ассоциации магматических образований и пегматитов», «Типоморфные минеральные ассоциации гидротермальных образований», «Типоморфные минеральные ассоциации скарнов и грейзенов», «Типоморфные минеральные ассоциации метаморфических пород» и «Типоморфные минеральные ассоциации осадочных пород» выполняется единообразно и заключается в работе с соответствующими коллекциями образцов природных минеральных ассоциаций. Суть работы состоит в определении главных породообразующих и рудных минералов в образце и установлению конкретной типоморфной минеральной ассоциации с использованием знаний, приобретенных в ходе лекционных и лабораторных занятий, а также при анализе рекомендованной литературы. Для каждого образца в тетради проводится аргументация его принадлежности к установленной типоморфной ассоциации. В завершении самостоятельной работы по каждой теме делаются краткие выводы о важности генетического подхода в диагностировании минералов.

11. Предлагаемая самостоятельная работа на тему «Обработка, интерпретация и представление результатов лабораторного исследования минералов» выполняется по заранее выданному преподавателем заданию и заключается в расчете

кристаллохимических формул главных породообразующих минералов, составлению кристаллохимической формулы минерала, расчету миналов минералов, графическое изображение составов минералов на классификационные диаграммы и установление его классификационной принадлежности. Ниже приведен образец задания.

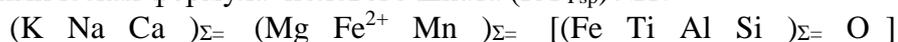
Самостоятельная работа по всем остальным темам, не отраженных в таблице 6.1 заключается в работе с рекомендованной ниже основной и дополнительной литературой.

Образец задания СРС к теме 11.

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>Fsp</sub>) №1:



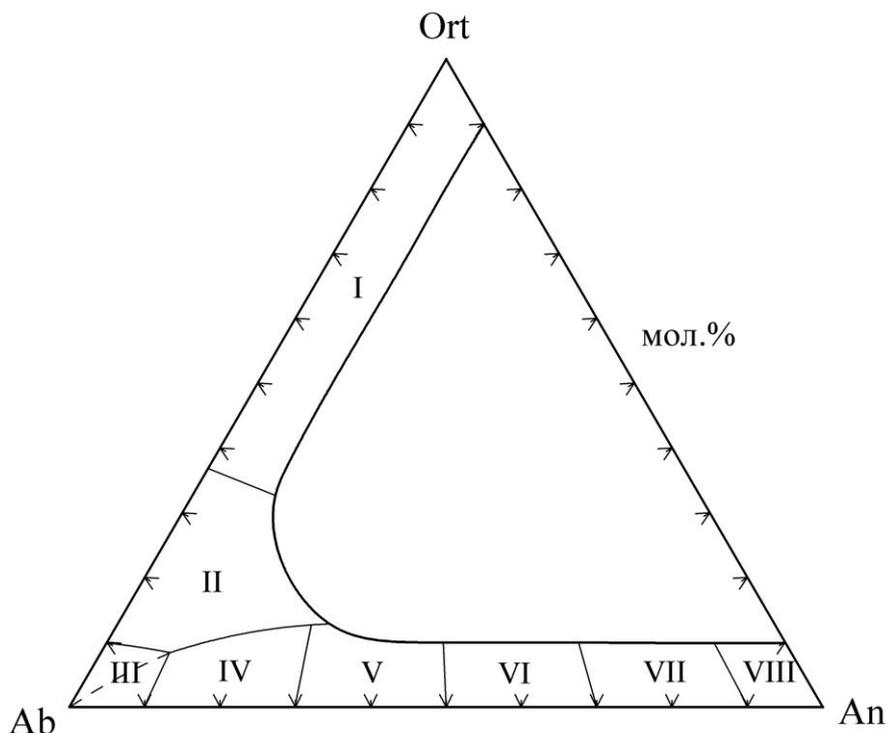
Расчет миналов полевых шпатов

№	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.

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:**

### **а) основная литература**

Бетехтин А.Г. Курс минералогии – А.Г. Бетехтин. М. : КДУ. – 2008. – 736 с. (50 экз.)

Буланов В.А., Юденко М.А. Решение кристаллографических задач с помощью стереографических проекций. Иркутск: Иркут. гос. ун-т, 2006. – 175 с. (41 экз.)

Буланов В.А. Юденко М.А. Решение кристаллографических задач с помощью стереографических проекций // Иркутский гос. ун-т, Науч. б-ка. – ЭВК. – Иркутск: ИГУ, 2006. Электронный ресурс. Режим доступа: ЭЧЗ "Библиотех". - Неограниченный доступ.

Сизых А.И., Буланов В.А. Оптический определитель минералов. Иркутск: Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2011. – 279 с. (16 экз.)

### **б) дополнительная литература**

Булах А.Г. Минералогия. М.: Академия, 2011. – 296 с. (7 экз.)

Булах А.Г. Структура, изоморфизм, формулы, классификация минералов. СПб.: Изд.-во СПбГУ, 2014. – 132 с. (1 экз.)

Барабанов В.Ф. Генетическая минералогия. Л.: Недра, 1977. – 329 с. (11 экз.)

Буланов В.А., Белоголов А.А., Сизых А.И. Практическая минералогия с основами кристаллографии. – Иркутск: Изд-во Иркутского университета, 1995. - 248 с. (16 экз.).

Буланов В.А. Сизых А.И. Диагностика минералов. – Иркутск: Изд-во Иркутского университета, 1991. – 248 с. (59 экз.).

Годовиков А.А. Минералогия. – М.: Недра, 1983. – 647 с. (32 экз.)

Джонс М.П. Прикладная минералогия. Количественный подход. М.: Недра, 1991. – 390 с. (3 экз.).

Егоров-Тисменко Ю.К. Кристаллография и кристаллохимия. М.: КДУ, 2005. – 592 с. (49 экз.)

Кантор Б.З. Минералы: полка коллекционера. М.: Хоббикнига: АСТ-пресс, 1995. – 192 с. (1 экз.).

Козлова О.Г. Морфолого-генетический анализ кристаллов. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1991. – 224 с. (2 экз.)

Кривовичеев В.Г. Минералогический словарь. СПб.: Изд-во С.-Петербург. ун-та, 2008. – 555 с. (1 экз.)

Лазаренко Е.К. Курс минералогии. – М.: Высшая школа, 1971. – 607 с. (31 экз.)

Лапутина И.П. Микрозонд в минералогии. М.: 1991. – 138 с. (1 экз.).

Летувникас А.И. Стадийность гидротермального минералообразования. Томск: Изд.-во Том. ун-та, 1991. – 215 с. (2 экз.)

Ляхович В.В. Методы сепарации акцессорных минералов. М.: Недра, 1981. – 86 с. (2 экз.)

Методы минералогических исследований: Справочник / Под ред. А.И. Гинзбурга. М.: Недра, 1985. – 480 с. (12 экз.)

Миловский А.В., Кононов О.В. Минералогия. М.: Моск. ун-т, 1982. – 311 с. (1 экз.)

Минералогическая энциклопедия / Под ред. К. Фрея. – М.: Недра, 1985. – 512 с. (16 экз.)

Рид С. Дж. Б. Электронно-зондовый микроанализ и растровая электронная микроскопия в геологии. М.: Техносфера, 2008. – 229 с. (1 экз.)

- Сизых А.И. Практическое руководство по основам кристаллооптики и работы с поляризационным микроскопом. – Иркутск: Иркут. ун-т, 2005. – 132 с. (22 экз.)
- Сизых А.И., Буланов В.А. Оптический определитель важнейших минералов. – Иркутск: Иркут. ун-т, 2005. – 282 с. (33 экз.)
- Смольянинов Н.А. Практическое руководство по минералогии. – М.: Недра, 1972. – 357 с. (6 экз.)
- Станкеев Е.А. Генетическая минералогия. М.: Недра, 1986. – 272 с. (7 экз.)
- Типоморфизм минералов: Справочник / Под ред. Л.В. Чернышёвой. М.: Недра, 1989. 559 с. (15 экз.)
- Урусов В.С. Теоретическая кристаллохимия. М.: Изд-во МГУ, 1987. – 348 с. (5 экз.)
- Штрюбель Г., Циммер З. Минералогический словарь. – М.: Недра, 1987. – 494 с. (30 экз.)
- Юшкин Н.П. Топоминаралогиа. М.: Недра, 1982. – 288 с. (2 экз.)

**в) программное обеспечение**

Windows Professional XP SP3 / Windows 7/8/10, MS Office 2010

**г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

Всё о геологии - Неофициальный сайт геологического факультета МГУ:

<http://geo.web.ru/>

Единое окно доступа к образовательным ресурсам:

[http://window.edu.ru/library?p\\_rubr=2.2.74.9.13](http://window.edu.ru/library?p_rubr=2.2.74.9.13)

Информационный ресурс «Минералы. Горные породы. Шлифы.:

<http://petrographica.ru/minerals-list.html>

Геологический музей НИ НГУ:

<http://www.mineral.nsu.ru/educat/article/2/index.html>

База данных по минералогии «Dakota Matrix Mineral»

<http://www.dakotamatrix.com/mineralpedia>

Российское минералогическое общество:

<http://www.minsoc.ru>

American mineralogist crystal structure database (Американская минералогическая база данных кристаллических структур):

<http://georoc.mpch-mainz.gwdg.de/georoc/Entry.html>

European Mineralogical Union (Европейский минералогический союз):

<http://eurominunion.org>

International mineralogical association (Международная минералогическая ассоциация):

<http://www.ima-mineralogy.org>

Mineralogy database (База данных по минералогии):

<http://webmineral.com/>

Mineral under microscope University of Bristol, Earth Scienses (Минералы под микроскопом) Бристольского университета Наук о Земле):

<http://www.gly.bris.ac.uk/www/teach/opmin/mins.html>

**8. Материально-техническое обеспечение дисциплины:**

- наборы материалов для диагностики 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;
- учебная (рабочая) минералогическая коллекция для самостоятельной работы;
- эталонная коллекция минеральных ассоциаций;
- учебная (рабочая) коллекция минеральных ассоциаций;
- модели простых форм и комбинаций кристаллических многогранников;
- графический и демонстрационный материал для лекционных и практических занятий.

## **9. Образовательные технологии**

При освоении дисциплины используются следующие сочетания видов учебной работы с методами и формами активизации познавательной деятельности бакалавров для достижения запланированных результатов обучения и формирования компетенций: на лекционных занятиях – дискуссии, IT-методы, индивидуальное обучение и обучение на основе опыта; на лабораторных занятиях – дискуссия, работа в команде, индивидуальное обучение, обучение на основе опыта, исследовательский метод.

Для достижения поставленных целей преподавания дисциплины реализуются следующие средства, способы и организационные мероприятия:

- изучение теоретического материала дисциплины на лекциях с использованием компьютерных и интерактивных технологий;
- самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием Интернет-ресурсов, информационных баз, методических разработок, специальной учебной и научной литературы;
- закрепление теоретического материала при проведении лабораторных занятий с использованием демонстрационного и наглядного (графического) материалов, специальной литературы, выполнение индивидуальных заданий по диагностики минералов и минеральных ассоциаций.

## **10. Оценочные средства (ОС):**

### **10.1. Оценочные средства для:**

для входного контроля – собеседование  
текущего контроля – тесты, собеседование  
промежуточной аттестации – зачет

### **10.2. Примерный перечень вопросов для проверки самостоятельной работы и подготовки к устным опросам**

1. Примеры рационального и нерационального использования методов диагностики минералов.
2. Принципы построения стереографических проекций.
3. Взаимосвязь физических свойств минералов и их конституции.
4. Особенности структуры реальных минералов.
5. Формы и способы существования 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 главнейшие 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.

### 10.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации

Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов:

№ п/п	Вид контроля	Контролируемые темы	Компетенции, компоненты которых контролируются
1	тест / собеседование	Использование морфологических особенностей минералов для их диагностики	ПК-3, ПК-1, ПК-12,14
2	тест / собеседование	Макроскопическая диагностика минералов по физическим свойствам	ПК-3, ПК-1, ПК-12,14
3	тест / собеседование	Парагенетический анализ минералов	ПК-3, ПК-1, ПК-12,14
4	тест / собеседование	Лабораторные методы диагностики минералов	ПК-3, ПК-1, ПК-12,14
5	тест / собеседование	Работы по организации, проведению и интерпретации результатов исследования диагностики минералов	ПК-3, ПК-1, ПК-12,14

## Демонстрационный вариант теста №1

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. алмадин-андрадит
  - 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. бромформ
  - 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

### **Примерный перечень вопросов к зачету:**

1. Цели и задачи дисциплины «Методы диагностики минералов».
2. Особенности химического состава и внутреннего строения 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 гидроксидов.
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:

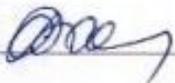


доцент

С.А. Сасим

Программа рассмотрена на заседании кафедры полезных ископаемых

«26» 03 2020 г.

Протокол № 6 Зав. кафедрой  С.А. Сасим

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