

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова  
Геологический факультет

УТВЕРЖДАЮ

и.о. декана Геологического факультета

чл.-корр. РАН \_\_\_\_\_/Н.Н.Ерёмин/

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Минераграфия**

Автор-составитель: Богуславский М.А.

**Уровень высшего образования:**

*Бакалавриат*

**Направление подготовки:**

**05.03.01 Геология**

**Направленность (профиль) ОПОП:**

**Геология и полезные ископаемые**

Форма обучения:

*Очная*

Рабочая программа рассмотрена и одобрена

Учебно-методическим Советом Геологического факультета

(протокол № \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_)

Москва 2022

---

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки «Геология» (*программы бакалавриата, магистратуры, реализуемых последовательно по схеме интегрированной подготовки*).

ОС МГУ утвержден решением Ученого совета МГУ имени М.В.Ломоносова от \_\_ декабря 2021 года (протокол №\_\_).

Год (годы) приема на обучение: 2022

© Геологический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова

*Программа не может быть использована другими подразделениями университета и другими вузами без разрешения факультета.*

## Цель и задачи дисциплины

**Целью** курса «Минераграфия» является овладение студентами методикой микроскопического изучения непрозрачных и полупрозрачных (рудных) минералов в отраженном свете, а также обучение их навыкам определения структур руд, последовательности минералообразования, формированию представлений о решении вопросов генезиса месторождений при помощи минераграфических методов. Дополнительно студентами осваиваются все виды микрохимического анализа.

**Задачи** – овладение диагностическими признаками минералов: отражение, цвет, изотропия и анизотропия, двуотражение, внутренние рефлексы, твердость, магнитность, структурные и морфологические свойства; формирование навыков диагностики минералов с использованием комплекса лабораторных методов; приобретение способностей определения последовательности минералообразования и решения генетических задач методами минераграфии; применения текстурно-структурного анализа руд; овладение возможностями микрохимического анализа; овладение иммерсионными методами исследования.

### Краткое содержание дисциплины (аннотация):

В курсе Минераграфия рассматриваются физические и химические диагностические свойства непрозрачных и полупрозрачных минералов в отраженном свете. Дается характеристика основных структур и текстур руд. Изучаются критерии определения последовательности минералообразования. Студенты получают навыки использования минераграфических методов для решения вопросов генезиса различных типов рудных месторождений.

**1. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП** – относится к вариативной части ОПОП, является дисциплиной по выбору.

**2. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия:** базируется на знаниях по дисциплинам «Общая геология», «Кристаллография», «Минералогия», «Петрография», «Разведка месторождений полезных ископаемых», «Геология твердых полезных ископаемых».

**3. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников.**

Компетенции выпускников (коды)	Индикаторы (показатели) достижения компетенций	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), сопряженные с компетенциями
ОПК-3.Б. Способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности в соответствии с профилем подготовки.	<b>Б.ОПК-3. И-2.</b> Владеет базовыми навыками получения информации (полевой, камеральной, лабораторной) для решения стандартных задач профессиональной деятельности в соответствии с профилем подготовки.	<b>Знать:</b> основы оптики отраженного света, физической и химической сущности диагностических признаков рудных минералов, процессов формирования структур и текстур руд, последовательности выделения минералов. <b>Владеть:</b> навыками изучения рудной минерализации месторождений полезных ископаемых.
ПК-8.Б. Готовность к	<b>Б.ПК-8. И-1.</b> Знает	<b>Уметь:</b> определять диагностические признаки

<p>работе на современных полевых/лабораторных приборах, установках и оборудовании в соответствии с профилем подготовки.</p>	<p>порядок применения отраслевых нормативных документов по качеству работ при проектировании полевых, лабораторных, вычислительных и интерпретационных работ (по профилю подготовки).</p>	<p>непрозрачных и полупрозрачных минералов в отраженном свете, диагностировать наиболее распространенные рудные минералы, структуры и текстуры руд, выявлять последовательность минералообразования, оценивать физико-химические параметры рудообразования, проводить первичную обработку полевого материала; составлять предварительные и окончательные заключения о минералогии руд.</p>
---	---	--

**4. Объем дисциплины (модуля)** составляет **4** з.е., в том числе **90** академических часов на контактную работу обучающихся с преподавателем, **90** академических часа на самостоятельную работу обучающихся. Форма промежуточной аттестации – зачет и экзамен

**5. Формат обучения** не предполагает электронного обучения и использования дистанционных образовательных технологий (за исключением форс-мажорных обстоятельств – пандемии и т.п.)

**6. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и виды учебных занятий**

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля),  Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе						
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) <i>Виды контактной работы, часы</i>				Самостоятельная работа обучающегося <i>Виды самостоятельной работы, часы</i>		
		Занятия лекционного типа	Занятия лабораторного типа	Занятия семинарского типа	Всего	Подготовка реферата	Контрольная работа	Всего
ЧАСТЬ I. Физические диагностические признаки минералов в полированных шлифах								
Тема 1. Введение	<b>3</b>		1	2	<b>3</b>			
Тема 2. Диагностические признаки: отражение, цвет, твердость,	<b>20</b>		5	5	<b>10</b>		10	<b>10</b>
Тема 3. Изотропия и анизотропия, двуотражение, внутренние рефлексy,	<b>23</b>		7	6	<b>13</b>		10	<b>10</b>
Тема 4. Магнитность, структурные и морфологические свойства	<b>23</b>		7	6	<b>13</b>	10		<b>10</b>
Промежуточная аттестация - зачет	<b>7</b>	<b>2</b>				<b>5</b>		
ЧАСТЬ II. Химические диагностические признаки минералов в полированных шлифах								
Тема 5. Диагностическое травление	<b>12</b>		4	2	<b>6</b>	6		<b>6</b>

Тема 6. Микрохимические испытания	<b>16</b>		4	2	<b>6</b>		10	<b>10</b>
ЧАСТЬ III. Методы диагностики минералов в полированных шлифах.								
Тема 7. Иммерсионный метод в минераграфии	<b>14</b>		4	2	<b>6</b>		8	<b>8</b>
Тема 8. Определители минералов в отраженном свете	<b>4</b>		2	2	<b>4</b>			
Тема 9. Измерение размеров минеральных выделений и определение количественного содержания минералов в полированных шлифах	<b>17</b>		3	5	<b>7</b>		10	<b>10</b>
ЧАСТЬ IV. Структуры и текстуры руд	<b>6</b>					6		<b>6</b>
Тема 10. Структуры и текстуры руд	<b>7</b>		3	4	<b>7</b>			
Тема 11. Структурное травление	<b>6</b>		3	3	<b>6</b>			
Тема 12. Определение последовательности кристаллизации минералов	<b>12</b>		3	4	<b>7</b>		5	<b>5</b>
Промежуточная аттестация - экзамен	<b>10</b>	<b>Устный экзамен</b>					<b>10</b>	
<b>Итого</b>	<b>190</b>	<b>90</b>					<b>90</b>	

## Содержание лекций, семинаров

### Часть I. Физические диагностические признаки минералов в полированных шлифах

Введение. 1. Минераграфия и ее положение среди других наук. Краткие сведения по истории развития минераграфии. Краткий обзор основной литературы по минераграфии (отечественной и зарубежной). 2. Основная аппаратура. Устройство минераграфического микроскопа. Опак-иллюминаторы. Осветители. Источники монохроматического света. 3. Изготовление полированных шлифов (аншлифов). Основные требования к полированным шлифам. Абразивные материалы. Этапы изготовления полированных шлифов (подготовка, шлифовка, доводка, полировка). Правила хранения и обращения со шлифами. Монтировка шлифов. Отбор образцов для изготовления аншлифов. Безрельфные аншлифы, прозрачно-полированные шлифы. Изготовление аншлифов из дробленого рудного материала. Полированные штуфы.

Диагностические признаки минералов в отраженном свете. Специфика минераграфических методов исследования минералов.

### Основные физические (оптические, механические и др.) свойства минералов.

Отражение. Сущность явления. Взаимосвязь показателя преломления и коэффициента поглощения (формулы Френеля для прозрачных и непрозрачных, абсорбирующих минералов). Методы определения показателя отражения (субъективные и объективные). Аппаратура (сравнительные микроскопы, микрофотометры с фотоэлементами и фотоумножителями). Эталоны для измерений. Систематика минералов по величине отражения.

Цвет. Своеобразие окраски минералов в отраженном свете и физический смысл этого явления. Кривые дисперсии отраженного света и методы их построения. Условия, влияющие на восприятие глазом окраски минерала. Методы определения цвета минерала. Количественная характеристика цвета минерала на основе калориметрической методики.

Анизотропия в скрещенных николях. Специфика проявления эффекта. Условия наблюдения. Цветной эффект двуотражения.

Двуотражение. Сущность явления. Условия наблюдения. Цветной эффект двуотражения. Внутренние рефлексии и их сущность, зависимость от величины отражения. Цвет внутренних рефлексии. Условия наблюдения.

Твердость. Методы ее определения и оценки: царапание, вдавливание, относительный рельеф шлифа, характер полировки и др. Измерение микротвердости при помощи микротвердомера. Анизотропия микротвердости. Наблюдения над структурой отпечатков. Связь микротвердости с другими свойствами минерала.

Магнитность. Способы изучения (магнитная стрелка, метод магнитной порошкографии).

Структурные и морфологические свойства. Форма выделения. Кристаллы и их габитус. Колломорфные выделения. Спайность и отдельность. Двойникование.

### Часть II. Химические диагностические признаки минералов в полированных шлифах.

Диагностическое травление. Значение диагностического травления. Стандартный набор реактивов. Техника травления. Наблюдение результатов травления. Электрохимическое травление.

Микрохимический анализ. Капельные и кристаллооптические реакции. Принцип работы. Техника выполнения реакций. Примеры отдельных реакций.

Химические реакции методом отпечатка. Принцип работы. Техника получения отпечатков. Применение электрического тока. Значение метода отпечатка. Примеры отдельных реакций.

### Часть III. Методы диагностики минералов в полированных шлифах.

1. Иммерсионный метод в минераграфии. Сущность метода. Влияние иммерсии на оптические свойства минералов (отражение, цвет, анизотропию, двуотражение, внутренние рефлексии).

2. Различные виды определителей рудных минералов и работа с ними. Принципы построения определителей. Примеры определителей. Определитель И.С.Волынского.
3. Измерение размеров минеральных выделений.
4. Определение количественного содержания минералов в полированных шлифах. Методы определения – планиметрический, линейный, точечный, стандартного препарата, фотометрический.

#### Часть IV. Структуры и текстуры руд.

Определение понятий «структура» и «текстура». Принципы классификации структур и текстур. Примеры классификации (по А.Г.Бетехтину, М.П.Исаенко и др.).

Структуры руды. Главнейшие условия образования различных структур. Характеристика отдельных типов структур. Методы изучения структур в полированных шлифах.

Структурное травление.

Текстуры руд. Характеристика отдельных типов текстур.

Критерии определения последовательности кристаллизации минералов. Основные критерии – коррозия, пересечение, цементация, структуры распада твердых растворов, степень идиоморфизма и др. Метакристаллы и их признаки.

Принцип составления схем последовательности кристаллизации минералов. Минеральные ассоциации. Этапы и стадии минерализации. Генерации минералов.

План полного описания аншлифа.

#### **Содержание практических (лабораторных занятий).**

Изучение под микроскопом отражения, цвета, твердость рудных минералов

Изучение под микроскопом анизотропии, двуотражения, внутренних рефлексов рудных минералов

Магнитность, структурные и морфологические свойства рудных минералов

Диагностическое травление

Микрохимические испытания

Иммерсионный метод в минераграфии

Определители минералов в отраженном свете

Измерение размеров минеральных выделений и определение количественного содержания минералов в полированных шлифах

Структуры и текстуры руд

Структурное травление

Определение последовательности кристаллизации минералов

#### **Содержание семинаров.**

Изучение под микроскопом отражения, цвета, твердость рудных минералов

Изучение под микроскопом анизотропии, двуотражения, внутренних рефлексов рудных минералов

Магнитность, структурные и морфологические свойства рудных минералов

Диагностическое травление

Микрохимические испытания

Иммерсионный метод в минераграфии

Определители минералов в отраженном свете

Измерение размеров минеральных выделений и определение количественного содержания минералов в полированных шлифах

Структуры и текстуры руд

Структурное травление

Определение последовательности кристаллизации минералов

#### **Рекомендуемые образовательные технологии:**

Занятия проводятся в лаборатории рудной микроскопии с использованием микроскопов ПОЛАМ Р-312, специальных коллекций аншлифов руд. Проведение семинаров



подразумевает использование проекционного оборудования и компьютера. Введение лабораторных работ проводится по принципу постоянного двойного доступа к микроскопу студента и преподавателя для постоянного контроля.  
к микроскопу студента и преподавателя для постоянного контроля.

## **7. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)**

### **7.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости.**

#### ***Домашние задания для самостоятельной подготовки студентов***

1. Минераграфическое описание руд Удоканского месторождения.
2. Минераграфическое описание руд месторождения Печенга.
3. Минераграфическое описание руд месторождения Тырныауз.
4. Минераграфическое описание руд Николаевского месторождения.
5. Минераграфическое описание руд Березовского месторождения.
6. Минераграфическое описание руд Дашкесанского месторождения.
7. Минераграфическое описание руд месторождения Тетюхе.
8. Определение последовательности минералообразования

#### ***Рекомендуемые темы докладов, рефератов***

1. Особенности руд Удоканского месторождения.
2. Особенности руд месторождения Печенга.
3. Особенности руд месторождения Тырныауз.
4. Особенности руд Николаевского месторождения.
5. Особенности руд Березовского месторождения.
6. Особенности руд Дашкесанского месторождения.
7. Особенности руд месторождения Тетюхе.

#### ***Примерный перечень вопросов при промежуточной аттестации и для текущего контроля успеваемости***

1. Устройство минераграфического микроскопа.
2. Методы определения показателя отражения.
3. Кривые дисперсии отраженного света и их диагностическое значение.
4. Микротвердость и методы ее определения.
5. Определение относительного рельефа минералов.
6. Виды микрохимического анализа в минераграфии.
7. Влияние иммерсии на оптические свойства минералов.
8. Принципы классификации структур и текстур руд.
9. Принцип составления схемы последовательности выделения минералов.
10. Виды opak-иллюминаторов.
11. Метакристаллы и их признаки.
12. Условия наблюдения цвета в отраженном свете.
13. Методы определения относительного содержания минералов в аншлифе.
14. Внутренние рефлексy (сущность явления).
15. Условия наблюдения анизотропии.
16. Определение понятий «структура» и «текстура».
17. Изготовление полированных шлифов.
18. Отражение (сущность явления).
19. Природа цвета минералов в отраженном свете.
20. План полного описания аншлифа.
21. Классификация диагностических признаков минералов в отраженном свете.
22. Методы изучения химических свойств минералов.
23. Условия наблюдения внутренних рефлексов.
24. Структурное травление.
25. Магнитность и способы ее изучения.
26. Двухотражение (сущность явления).
27. Этапы и стадии минерализации.
28. Твердость и методы ее определения.

29. Метод измерения размеров минеральных зерен.
30. Диагностическое травление.

**Типовые упражнения и расчетные задания**

2. Изотропия и анизотропия минералов.
3. Двуотражение.
4. Внутренние рефлексы.
5. Методы оценки твердости.
6. Диагностическое травление.
7. Микрохимический анализ.
8. Изучение минералов в иммерсии.
9. Измерение размеров минеральных выделений.
10. Определение структур и текстур руд.

**Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине (экзамен).**

Результаты обучения, соответствующие виды оценочных средств	«Неудовлетворительно»	«Удовлетворительно»	«Хорошо»	«Отлично»
<b>Знания</b> (письменный или устный опрос,)	Знания отсутствуют	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Систематические знания
<b>Умения</b> (письменный или устный опрос,)	Умения отсутствуют	В целом успешное, но не систематическое умение, допускает неточности непринципиального характера	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы.	Успешное умение.
<b>Навыки (владения, опыт деятельности)</b> (письменный или устный опрос,)	Навыки владения отсутствуют	Фрагментарное владение методикой, наличие отдельных навыков	В целом сформированные навыки.	Свободное владение и использование.

**Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине (зачет).**

Оценка результатов обучения, соответствующие виды оценочных средств	Незачет	Зачет
<b>Знания</b> (устный опрос, реферат)	Фрагментарные знания или отсутствие знаний	Сформированные систематические знания или общие, но не структурированные знания
<b>Умения</b> (устный опрос, реферат)	В целом успешное, но не систематическое умение или	Успешное и систематическое умение или

	отсутствие умений	в целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности непринципиального характера)
<b>Навыки (владения, опыт деятельности) (устный опрос, реферат)</b>	Наличие отдельных навыков или отсутствие навыков	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач или, в целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме

## 8. Ресурсное обеспечение:

### А) Перечень основной и дополнительной литературы.

#### -основная литература:

Исаенко М. П. Лабораторные методы исследования руд : Учеб.для студентов геол. спец. вузов М. : Недра, 1992

Сафина Н.П., Новоселов К.А. «Микроскопические методы в исследовании руд», Издательский центр ЮУрГУ, 2013

#### -дополнительная литература:

Юшко С.А. Методы лабораторного исследования руд. Изд.5-е, перераб. и дополн., М., Недра, 1984.

Бородаев Ю.С., Еремин Н.И., Мельников Ф.П., Старостин В.И. Лабораторные методы исследования минералов, руд и пород. Изд.3-е, М., МГУ, 1988.

Волынский И.С. Определение рудных минералов под микроскопом. В 3-х томах. М., Госгеолтехиздат, 1947.

Рамдор П. Рудные минералы и их сростания. М., ИЛ, 1962.

Лебедева С.И. Определение микротвердости минералов. М., АН СССР, 1963.

### Б) Перечень лицензионного программного обеспечения пакеты программ Microsoft Office Excel, Microsoft Office PowerPoint (при необходимости)

### В) Профессиональные базы данных и информационных справочные системы не требуются

### Г) программное обеспечение и Интернет-ресурсы (лицензионное программное обеспечение не требуется)

Д) Материально-технического обеспечение: оборудование – мультимедийный проектор, компьютер, экран, микроскопы ПОЛАМ Р-312, ZEISS Axioscop 40 A Pol, весы, микротвердометр ПМТ-3

## 9. Язык преподавания – русский.

10. Преподаватель (преподаватели): Ответственный за курс — Богуславский М.А., преподаватели: Коршунов Д.М.

11. Разработчики программы: – Богуславский М.А., доцент кафедры геологии, геохимии и экономики полезных ископаемых