

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**

### **Минералогический анализ шлихов**

Автор-составитель: Дергачев А.Л.

**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 2021

---

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 "Минералогический анализ шлихов" является освоение студентами технических средств и современных методов изучения минералов шлихов, применяемых при проведении геолого-поисковых и разведочных работ.

**Задачи** - формирование у студентов навыков фракционирования шлихов методами магнитной, электрической и гравитационной сепарации, а также диагностики минералов шлихов с использованием физических, оптических, микрохимических и люминесцентных исследований.

### Краткое содержание дисциплины (аннотация):

В курсе рассматриваются методы отбора и подготовки шлиховых проб к анализу, главные методы фракционирования проб (гравитационной, магнитной и электрической сепарации), методики применяемые для диагностики минералов шлихов. Подробно характеризуются методы визуальной и кристаллооптической диагностики минералов, люминесцентного и качественного полумикроскопического анализов проб, а также количественного минералогического анализа шлихов. Излагается характеристика большинства минералов, встречающихся в составе россыпей, в том числе специфические особенности формы минеральных частиц и зерен, важнейшие диагностические свойства минералов разных фракций, типоморфные особенности минералов; характеризуются наиболее простые методы их диагностики.

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

### 2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:

освоение дисциплин «Разведка месторождений», «Кристаллография», «Минералогия», «Геология твердых полезных ископаемых».

Дисциплина необходима в качестве предшествующей для изучения дисциплин магистерской программы «Геология, геохимия и экономика полезных ископаемых», выполнения выпускных квалификационных работ, а также для научно-исследовательской работы.

### 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 Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности в соответствии с профилем подготовки (формируется частично),	<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>Б.ОПК-3. И-3.</b> Владеет базовыми навыками обработки и интерпретации информации при решении стандартных задач профессиональной деятель-	<b>Знать:</b> основы теории процессов образования шлиховых ореолов рассеивания; методику опробования и обработки шлиховых проб; различные схемы фракционирования; диагностические свойства шлиховых минералов (оптические, микрохимические, люминесцентные).

	ности в соответствии с профилем подготовки.	
ПК-1.Б. Способен самостоятельно осуществлять сбор геологической информации, использовать в научно-исследовательской деятельности навыки полевых/лабораторных исследований (в соответствии с профилем подготовки).	<b>Б.ПК-1. И-3.</b> Владеет базовыми навыками полевых/лабораторных исследований (по профилю подготовки).	<p><b>Уметь:</b> готовить шлиховые пробы к анализу; производить сепарацию шлиха по магнитным свойствам; определять диагностические признаки минералов под биноклем, диагностировать наиболее распространенные шлиховые минералы и определять их типоморфные особенности; устанавливать парагенетические ассоциации минералов, решать вопросы генезиса россыпей; выполнять количественный минералогический анализ шлихов</p> <p><b>Владеть:</b> навыками работы на лабораторном оборудовании для магнитной, электрической сепарации, фракционирования шлихов в тяжелых жидкостях и диагностики минералов шлихов.</p>

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

**5. Объем дисциплины (модуля)** составляет 2 з.е., в том числе 56 академических часов, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем, 16 академических часов на самостоятельную работу обучающихся. Форма промежуточной аттестации – зачет.

**6. Содержание дисциплины (модуля),** структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических 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) Виды контактной работы, часы			Самостоятельная работа обучающегося, часы (виды самостоятельной работы)
		Занятия лабораторного типа	Занятия семинарского типа	Всего	
Раздел 1. Общие сведения. Шлиховые поиски на разных стадиях поисковых работ.			2	2	
Раздел 2. Методика фракционирования шлихов		8	4	12	Подготовка к контрольному опросу, 3 час.
Раздел 3. Методы диагностики минералов шлихов.		8	8	16	Подготовка к контрольному опросу, 3 час.
Раздел 4. Характеристика важнейших минералов шлихов		10	6	14	Подготовка к контрольному опросу, 3 час.
Раздел 5. Методика количественного минералогического анализа шлихов.		2	8	10	Подготовка к контрольному опросу, 3 час.
Промежуточная аттестация <u>зачет</u>		2			4 час.
<b>Итого</b>	<b>72</b>	<b>56</b>			<b>16</b>

### Содержание разделов дисциплины:

#### Часть I. Общие сведения

Понятие шлиха. Краткие сведения из истории шлихового метода. Сущность и задачи шлиховых поисков. Основные современные направления развития метода. Задачи и особенности лабораторного минералогического анализа шлихов. Шлиховые поиски на разных стадиях геологоразведочных работ.

#### Часть II. Методика фракционирования шлихов.

1. Основные задачи фракционирования. Типовые схемы обработки проб.
2. Подготовка шлихов к анализу. Взвешивание. Ситовой анализ. Сокращение шлиха и взятие средней пробы.
3. Магнитная сепарация шлихов. Общие сведения о магнетизме минералов. Сепарация постоянными магнитами – аппаратура, основные принципы сепарации и способы работы. Сепарация электромагнитами – аппаратура, принципиальные схемы приборов, техника работы, правила техники безопасности.

4. Электрическая сепарация шлихов. Основные понятия об электрических свойствах минералов. Принципы электрической сепарации, аппаратура. Поисковый электрический сепаратор ПС-1 – принципиальная схема прибора, техника работы, правила техники безопасности.
5. Гравитационная сепарация шлихов. Основные понятия о методах гравитационной сепарации. Основные сведения о плотностях минералов. Характеристика тяжелых жидкостей и сплавов. Техника разделения шлихов в тяжелых жидкостях. Правила техники безопасности.
6. Мономинеральное фракционирование шлихов. Задачи и особенности фракционирования. Типовые схемы обработки проб. Аппаратура для мономинерального фракционирования: электромагнитный сепаратор СИМ-1. Принципы и техника работы. Правила техники безопасности.

### **Часть III. Методика диагностики минералов шлихов**

1. Визуальная диагностика минералов. Аппаратура – бинокулярные стереоскопические микроскопы. Мелкое лабораторное оборудование.
2. Диагностические признаки минералов: габитус кристаллов, окраска, цвет черты, блеск, твердость, спайность, излом, прозрачность.
3. Признаки дальности транспортировки минералов от коренных источников: форма и размеры зерен, следы механического износа зерен и химического изменения их – сохранность сростков, степень окатанности, скульптура поверхности, вторичные пленки.
4. Оптическая диагностика минералов. Аппаратура – поляризационный петрографический микроскоп. Методика изготовления препаратов для исследования. Методика определения основных оптических констант минералов. Краткие сведения об иммерсионном методе.
5. Микрохимическая диагностика минералов. Особенности микрохимического анализа минералов шлихов и типы микрохимических реакций. Техника выполнения реакций и наблюдение их результатов. Правила техники безопасности при выполнении микрохимических реакций.
6. Люминесцентный анализ при диагностике минералов. Сущность явления люминесценции, люминесцирующие минералы. Аппаратура для получения коротковолнового излучения: ультрафиолетовые излучатели, катодные установки, принципиальные схемы, техника работы. Примеры люминесценции отдельных минералов. Правила техники безопасности при работе с коротковолновыми излучателями.

### **Часть IV. Характеристика главных минералов шлихов.**

Магнитные минералы. Ферромагнетики – магнетит, пирротин, титаномагнетит, ферроплатина. Парамагнитные минералы – амфиболы, пироксены, гранаты, оливин, сфен, турмалин, эпидот, хлориты, гематит, ильменит, вольфрамит, хромит, ксенотим, монацит, ортит и т.д. Немагнитные тяжелые минералы – анатаз, апатит, алмаз, барит, золото, касситерит, кианит, лейкоксен, платина, ставролит, рутил, сульфиды (галенит, киноварь, пирит, сфалерит, халькопирит и др.), топаз, флюорит, циркон, шеелит, шпинель и др. Немагнитные легкие минералы – графит, кальцит, кварц, полевые шпаты, слюды, янтарь и др.

### **Часть V. Методика количественного минералогического анализа шлихов.**

Цели, задачи и виды количественных минералогических анализов. Визуальные методы. Полуколичественный анализ. Количественный анализ. Техника выполнения и методы расчетов результатов анализа. Точность и погрешности определений.

### **Содержание лабораторных занятий.**

1. Подготовка шлихов к анализу. Взвешивание шлиха, Ситовой анализ. Взятие средней пробы или сокращение шлиха.
2. Магнитная сепарация шлихов. Сепарация постоянными магнитами. Сепарация электромагнитами.
3. Электрическая сепарация шлихов.
4. Фракционирование шлихов с помощью тяжелых жидкостей.

5. Диагностика минералов по внешним признакам. Форма, размеры и степень окатанности зерен. Излом и спайность минералов. Прозрачность минералов. Блеск минералов. Цвет минералов и их черта. Твердость минералов.
6. Диагностика минералов по оптическим константам. Предварительные оптические исследования. Сведения об иммерсионном методе.
7. Микрохимическая диагностика минералов. Капельные, пленочные, кристаллоскопические реакции. Микрохимические реакции на отдельные элементы.
8. Диагностика минералов по люминесценции. Ультрафиолетовое излучение и фотолюминесцентные методы. Катодное излучение и катодолюминесцентный метод.
9. Определение шлихообразующих минералов ферромагнитной фракции.
10. Характеристика шлихообразующих минералов фракции средней магнитности.
11. Характеристика шлихообразующих минералов фракции слабой магнитности.
12. Описание шлихообразующих минералов немагнитной тяжелой фракции.
13. Полуколичественный минералогический анализ шлихов. Количественный анализ (весовой метод, подсчет зерен полезных компонентов в стандартном числе зерен фракции).
14. Описание контрольной шлиховой пробы.

#### **Содержание семинаров.**

1. Отбор шлиховых проб в процессе полевых исследований, промывка и подготовка проб к анализу.
2. Свойства минералов, определяемые при минералогическом анализе шлихов и методы их определения. Признаки дальности транспортировки минеральных зерен от их источника.
3. Магнитные, электрические и гравитационные методы фракционирования шлихов.
4. Микрохимическая диагностика минералов шлихов.
5. Оптические методы изучения минералов шлихов.
6. Люминесцентный анализ при диагностике минералов шлихов.
7. Методы количественного минералогического анализа шлихов.

#### **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.**

Текущий контроль усвоения дисциплины осуществляется при контрольных опросах и сдаче каждым студентом выполненных лабораторных работ.

##### ***Примерный перечень вопросов для проведения текущего контроля:***

1. Как оценивается дальность переноса минеральных частиц в шлихах?
2. Какие виды лабораторного оборудования применяются для магнитной сепарации шлихов?
3. Перечислить лабораторное оборудование для электрической сепарации.
4. Какие тяжелые жидкости и каким образом используются при фракционировании шлихов?
5. Капельные микрохимические реакции.
6. Пленочные микрохимические реакции.
7. Кристаллоскопические микрохимические реакции.
8. Физический смысл люминесцентного анализа и аппаратура для его проведения.
9. Принцип действия электрического сепаратора. Принципиальная схема прибора, техника работы, правила техники безопасности.
10. Магнитная сепарация шлихов. Аппаратура, принципиальные схемы приборов, техника работы, правила техники безопасности.
11. Характеристики тяжелых жидкостей.
12. Правила техники безопасности при фракционировании шлихов в тяжелых жидкостях.

**7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации.**

***Примерный перечень вопросов при промежуточной аттестации:***

1. Шлиховые поиски среди других видов геологоразведочных работ.
2. Методика шлиховых поисков: опробование рыхлых аллювиальных и делювиальных отложений и коренных пород.
3. Типовые схемы обработки шлиховых проб (взвешивание, взятие средней пробы, рассев на ситах).
4. Схемы фракционирования шлихов.
5. Свойства шлиховых минералов.
6. Магнитная сепарация с помощью постоянных магнитов и электромагнитов.
7. Электрическая сепарация и используемое оборудование.
8. Требования к тяжелым жидкостям для гравитационной сепарации.
9. Типоморфные особенности минералов.
10. Различия оптических свойств минералов в шлихах, шлифах и аншлифах.
11. Разновидности люминесценции и ее диагностика.
12. Типы микрохимических реакций.
13. Цели, задачи и виды количественных минералогических анализов.
14. Дальность переноса минералов.
15. Устойчивые минералогические ассоциации шлихов.
16. Полуколичественный минералогический анализ шлихов.
17. Полуколичественный минералогический анализ шлихов повышенной точности.
18. Количественный минералогический анализ шлихов.
19. Основные виды оборудования для минералогического анализа шлихов и правила техники безопасности при работе с ним.

**Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине.**

Результаты обучения	«незачет»	«зачет»
Знания: основы теории процессов образования шлиховых ореолов рассеивания; методику опробования и обработки шлиховых проб; различные схемы фракционирования; диагностические свойства шлиховых минералов (оптические, микрохимические, люминесцентные).	Фрагментарные знания или отсутствие знаний	Сформированные систематические знания или общие, но не структурированные знания
Умения: готовить шлиховые пробы к анализу; производить сепарацию шлиха по магнитным свойствам; определять диагностические признаки минералов под биноклем, диагностировать наиболее распространенные шлиховые минералы и определять их типоморфные особенности; устанавливать парагенетические ассоциации минералов, решать вопросы генезиса россыпей; выполнять количественный минералогический анализ шлихов	В целом успешное, но не систематическое умение или отсутствие умений	Успешное и систематическое умение или в целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности непринципиального характера)
Владения: навыками работы на лабораторном	Наличие отдельных навыков или отсутствие	Сформированные навыки (владения),



оборудовании для магнитной, электрической сепарации, фракционирования шлихов в тяжелых жидкостях и диагностики минералов шлихов.	навыков	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:

1. Захарова Е.М. Атлас минералов россыпей. М., ГЕОС, 2006.
2. Захарова Е.М. Минералогия россыпей. М., Недра, 1994.
3. Родыгина В.Г. Шлиховые поиски и минералогия россыпей (шлиховой метод) / Том.гос.ун-т. - Томск : Изд-во науч.-техн. лит, 2007. 402 с.
4. Шило Н.А. Учение о россыпях. 2-е изд., Владивосток, Дальнаука, 2002.

#### - дополнительная литература:

1. Кухаренко А.А. Минералогия россыпей. М. Госгеолтехиздат, 1961.

**Б) Материально-технического обеспечения:** - шлихоминералогическая лаборатория, оборудованная сушильным шкафом, вытяжным шкафом, аналитическими весами, набором сит, сепаратором электрическим ПС-1, универсальными магнитами Сочнева (С-5), универсальными электромагнитами УЭМ-1 и изодинамическим сепаратором СИМ-1, набором тяжелых жидкостей, поляризационными микроскопами, стереоскопическими бинокулярными микроскопами МБС-10, набором иммерсионных жидкостей.

**9. Язык преподавания** – русский.

**10. Преподаватель (преподаватели)** – Дергачев А.Л., профессор

**11. Автор (авторы) программы** – Дергачев А.Л., профессор