

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ  
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР  
«КОЛЬСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»  
(ФИЦ КНЦ РАН)

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ**

По дисциплине Б1.В.04 Минераграфия  
указывается цикл (раздел) ОП, к которому относится дисциплина, название дисциплины

Для направления подготовки (специальности) 05.04.01 Геология  
код и наименование направления подготовки (специальности)

Направленность программы (профиль) Прикладная геохимия, минералогия и петрология  
наименование профиля /специализаций/образовательной программы

Квалификация выпускника, уровень подготовки магистр  
(указывается квалификация (степень) выпускника в соответствии с ФГОС ВО)

Апатиты

2020

## Лист согласования

1 Разработчик:

доцент  
должность

УАиМ

  
\_\_\_\_\_   
подпись

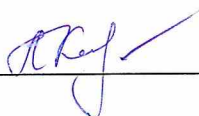
А.А. Компанченко  
И.О. Фамилия

2. Методические указания рассмотрены и одобрены на заседании учебно-методической комиссии управления аспирантуры и магистратуры 29 июня 2020 года, протокол № 02.

Председатель УМК УАиМ

29.06.2020  
\_\_\_\_\_   
дата

подпись



Л.Д. Кириллова  
\_\_\_\_\_   
И.О.Фамилия

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

1. Методические указания составлены в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта по образовательной программе высшего образования – программе магистратуры по направлению подготовки 05.04.01 Геология, утвержденного приказом Минобрнауки России от 28.08.2015 г. № 912.

### ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель дисциплины:** – овладеть методами исследования вещественного состава полезных ископаемых и уметь применять их на практике.

**Задачи дисциплины:** дать современные теоретические представления о методах микроскопического исследования вещественного состава полезных ископаемых, текстурно-структурного анализа руд и парагенетического анализа минеральных ассоциаций.

В результате освоения программы дисциплины «Минераграфия» студенты направления 05.04.01 Геология

*должны знать:*

- современные методы рудно-микроскопических исследований;
- оптические системы рудных микроскопов и свойства отраженного света;
- методы диагностики минералов в отраженном свете;
- текстурно-структурные признаки последовательности формирования минералов;
- диагностические свойства эталонных минералов;
- методику подготовки образцов руд для микроскопического изучения;
- методику описания минерального состава руд.

*должны уметь:*

- работать с полированными образцами руд;
- пользоваться специальными определительскими таблицами;
- уметь работать со справочниками по минераграфии;
- использовать методы исследования вещественного состава полезных ископаемых.

*должны владеть:* необходимыми знаниями и навыками методов рудно-микроскопических исследований.

## 2. Планируемые результаты обучения в рамках данной дисциплины

Процесс изучения дисциплины (модуля) «Минераграфия» направлен на формирование элементов компетенций в соответствии с ФГОС ВО 05.04.01 Геология (уровень магистратуры). Результаты формирования компетенций и обучения представлены в таблице.

**Таблица 1 – Результаты обучения**

№ п/п	Код компетенции	Компоненты компетенции, степень их реализации	Результаты обучения
1.	ОК – 3. Готовность к саморазвитию,	Компоненты компетенции	<b>Знать:</b> - основные понятия, цели, задачи

	самореализации, использованию творческого потенциала.	соотносятся с содержанием дисциплины, и компетенция реализуется полностью	минераграфии. <b>Уметь:</b> - формулировать цели и определять пути их достижения; - находить информацию в различных источниках. <b>Владеть:</b> - методами сбора информации, ее обработки и анализа.
2.	ОПК – 1. Способность самостоятельно приобретать, осмысливать, структурировать и использовать в профессиональной деятельности новые знания и умения, развивать свои инновационные способности.	Компоненты компетенции соотносятся с содержанием дисциплины, и компетенция реализуется полностью	<b>Знать:</b> - основные проблемы и задачи минераграфии. <b>Уметь:</b> - самостоятельно анализировать и систематизировать новые знания; - структурировать и использовать новые знания; - развивать инновационные способности. <b>Владеть:</b> - методами адаптации новых знаний в профессиональной деятельности.
3.	ПК – 1. Способность формировать диагностические решения профессиональных задач путем интеграции фундаментальных разделов геологических наук и специализированных знаний, полученных при освоении программы магистратуры.	Компоненты компетенции соотносятся с содержанием дисциплины, и компетенция реализуется полностью	<b>Знать:</b> - базовые понятия фундаментальных разделов геологических наук и минераграфии. <b>Уметь:</b> - формировать диагностические решения профессиональных задач путем интеграции фундаментальных разделов геологических наук и минераграфии. <b>Владеть:</b> - методами интеграции фундаментальных разделов геологических наук и минераграфии.
4.	ПК-4. Способность самостоятельно	Компоненты компетенции	<b>Знать:</b> - цели и задачи

	проводить производственные и научно-производственные полевые, лабораторные и интерпретационные работы при решении практических задач.	соотносятся с содержанием дисциплины, и компетенция реализуется полностью	производственных и научно-производственных полевых, лабораторных и интерпретационных работ. <b>Уметь:</b> - самостоятельно проводить производственные и научно-производственные полевые, лабораторные и интерпретационные работы при решении практических задач. <b>Владеть:</b> - методикой проведения производственных и научно-производственных полевых, лабораторных и интерпретационных работ при решении практических задач.
5.	ПК-5. Способность к профессиональной эксплуатации современного полевого и лабораторного оборудования и приборов в области освоенной программы магистратуры.	Компоненты компетенции соотносятся с содержанием дисциплины, и компетенция реализуется полностью	<b>Знать:</b> - современное полевое и лабораторное оборудование и приборы. <b>Уметь:</b> - эксплуатировать современное полевое и лабораторное оборудование и приборы. <b>Владеть:</b> - методами работы на современном полевом и лабораторном оборудовании и приборах.

**Перечень дисциплин и их разделов, усвоение которых необходимо студентам для изучения данной дисциплины.**

- ✓ Физика
- ✓ Химия
- ✓ Минералогия
- ✓ Петрография
- ✓ Кристаллография
- ✓ Рудные месторождения

**Таблица 2 - Перечень практических работ**

№ п/п	Наименование практических работ	Количество во часов	Наименование темы по табл. 4
1.	Определение оптических свойств и различий рудных минералов по физическим свойствам основных групп: самородные элементы, сульфиды и оксиды по эталонной коллекции и определительским таблицам.	2	1
2.	Определение и описания рудных минералов в полированных шлифах под микроскопом, определение текстур и структур руд и их генетического значения.	4	2
3.	Определение парагенетических ассоциаций магматических, гидротермальных, метаморфических и осадочных месторождений на примере медно-никелевых и хромитовых руд Печенги и Мончеплутона, свинцово-цинковых руд Печегского района, железных руд Оленегорского района, медно-никелевые руды Печенги) и др. месторождений.	2	3.
4.	Определение диагностических свойств распространенных рудных минералов по рабочей коллекции.	10	4
<b>Итого часов</b>		<b>18</b>	

## ***Практическое занятие №1***

**Тема:** *Определение оптических свойств и различий рудных минералов по физическим свойствам основных групп: самородные элементы, сульфиды и оксиды по эталонной коллекции и определительским таблицам*

*Основные вопросы для освоения:*

- Какие свойства эталонов являются эталонными и как их использовать в практике работы с рудными минералами?
- Какие свойства минералов заложены в систему определения группы минералов?

*Цель работы:*

- ознакомление с самородными элементами в природных образцах;
- получение твердых определительских навыков по эталонам для использования их в работе над новыми объектами;
- отработка навыков использования определительских таблиц для эмпирической диагностики минералов без производства химических анализов.

*Задача:* Выработка навыков работы с мелкими рудными объектами, мелкими рудными объектами высокоценных минералов.

*Порядок выполнения работы:*

- студенты определяют главные свойства эталонов, прилагаемых для диагностики в наборе к рудному микроскопу – пирит, галенит, блеклые руды и сфалерит. При этом минералы встречаются в образцах в разном сочетании и задача студентов определить отражение, цвет, твердость и внутренние рефлексы. Усвоить какие минералы имеют эталонные цвета, как цвет влияет на определение оттенков, какова граница между коэффициентами отражения;

- на примере эталонных образцов с вкрапленностью золота и железа студенты знакомятся с формами и физическими свойствами самородных элементов. Самородные элементы отличаются высоким отражением, низкой твердостью. Золото выделяется ярким желтым цветом, шероховатой поверхностью. Железо выделяется белым цветом, сильной магнитностью;

- на примере эталонных образцов с вкрапленностью минералов металлов платиновой группы студенты знакомятся с формами и физическими свойствами МПГ. Минералы платиновой группы имеют размеры 10-30 мкм, сложны для диагностики, часто образуют совместные сростки, неустойчивы по химическому составу и свойствам. Студенты знакомятся с минералами, обнаруженными в рудах Панского массива и Норильска и изученными электронными методами;

- студенты последовательно определяют у минералов анизотропию, отражение, цвет, твердость, внутренние рефлексы и выходят на номер диагностической группы по определительской таблице. Затем анализируются дополнительные диагностические свойства: сингония и формы кристаллов, внутреннее строение кристаллов, различные типы двойникования, сростков и т.д. В результате набора полного списка свойств производят сопоставление минералов по справочникам и делают вывод о названии минерала.

## ***Практическое занятие № 2***

**Тема:** «*Определение и описания рудных минералов в полированных шлифах под микроскопом, определение текстур и структур руд и их генетического значения*»

**Цель:**

- обучение приемам определения размеров и количества минералов и агрегатов в полированных шлифах с помощью микроскопов отраженного света;
- закрепление знаний типовых структур и текстур руд.

**Задачи:**

- освоить измерение размеров зерен под микроскопом специальной линейкой, встроенной в один из окуляров;
- освоить измерение количества зерен под микроскопом с помощью встроенных в окуляр приспособлений, методом сравнения и с помощью специального устройства ИСА-1;
- освоение навыков определения текстур и структур изучаемых объектов.

**Порядок выполнения работы:**

- студенты осваивают установку окуляра на микроскоп и учатся определять цену деления линейки при различных увеличениях микроскопа. Для этого используется специальный микрометрический эталон, прилагаемый в комплекте микроскопа.
- затем выполняют расчет размера деления в окуляре по эталонной шкале на прилагаемом устройстве, и измеряют конкретные объекты.
- студенты знакомятся с методиками расчета количества минералов в шлифе с помощью микроскопа точечным, линейным и площадным методами, с помощью набора специальных круглых вставок, прилагаемых к микроскопу. Вставки помещаются в один из окуляров микроскопа, и видны в поле зрения постоянно.
- методика измерения заключается в измерении площадей, точек или линий пересечения минералов. Осваивают визуальное определение количества минерала в образце методом сравнения «по Вахромееву» с помощью эталонных диаграмм.
- знакомятся с устройством и методикой работы на грационном столике Андина;
- студенты знакомятся с типичными текстурами руд медно-никелевых и железорудных месторождений на примере руд месторождений Печенги, Оленегорска и Ковдора. Определяют главные текстуры в эталонных образцах и шлифах (массивная, брекчиевидная, вкрапленная, прожилково-вкрапленная, полосчатая и другие).

## ***Практическое занятие №3***

**Тема:** *Определение парагенетических ассоциаций магматических, гидротермальных, метаморфических и осадочных месторождений на примере медно-никелевых и хромитовых руд Печенги и Мончеплутона, свинцово-цинковых руд Печегского района, железных руд Оленегорского района, медно-никелевые руды Печенги) и др. месторождений*

**Цель:** Освоение методических приемов исследования генезиса месторождений.

**Задачи:** Закрепление теоретических знаний об условиях кристаллизации минералов.



В ходе практического занятия обучающиеся знакомятся с минеральными ассоциациями различных месторождений, в том числе с парагенетическими ассоциациями магматических руд на примере медно-никелевых руд Печенги и Мончеплутона, Федорово-Панского расслоенного комплекса, гидротермальных и метаморфических руд на примере свинцово-цинковых полиметаллических руд и кварц-магнетитовых руд железистых кварцитов. Студенты должны определить основные парагенетические группы минералов, указывающие на генетическую принадлежность к магматическим, гидротермальным и метаморфогенным условиям образования.

*Порядок выполнения работы:*

- студенты на примере эталонных образцов типичных природных образований изучают признаки парагенетических сростаний между минералами в магматических, метаморфических и гидротермальных рудах. Учатся определять аллотриоморфнозернистые, гипидиоморфнозернистые и панидиоморфнозернистые структуры. Структуры распада твердых растворов, разрывных и пластических деформаций и др.

Определение по аншлифу к какому типу относится оруденение:

- Минеральные парагенезисы и ассоциации минералов медно-никелевых руд.
- Минеральные ассоциации и парагенезисы минералов хромитовых.
- Минеральные ассоциации и парагенезисы титаномагнетитовых руд.
- Минеральные ассоциации и парагенезисы медно-колчеданных руд.
- Минеральные ассоциации и парагенезисы свинцово-цинковых и полиметаллических руд.

#### ***Практическое занятие №4***

**Тема:** *Определение диагностических свойств распространенных рудных минералов по рабочей коллекции.*

*Основные вопросы для освоения:*

- какими особенностями структуры и текстуры обладают окисленные руды сульфидов железа и какими типами представлены?
- какими особенностями структуры и текстуры обладают окисленные руды сульфидов меди и какими типами представлены.

**Цель:** усвоение диагностических свойств распространенных рудных минералов по рабочей коллекции.

**Задачи:** знакомство с распространенными рудными минералами по рабочей коллекции

*Порядок выполнения работы:*

- на примере эталонных образцов полированных препаратов окисленных сульфидных руд студенты определяют составляющие минералы зоны окисления и по каким первичным минералам они развивались. В зоне окисления породы окислы железа замещают различные минералы, в первую очередь сульфиды и пропитывают породу прожилками. Прожилки гидроокислов железа имеют сложное зональное строение. В зонах чередуются различные минеральные фазы, переходя друг в друга. Все они серого или голубовато-серого цвета,

большое значение имеет твердость и внутренние рефлексы. Диагностика гидроокислов сложна и неоднозначна. Точное определение возможно на основании рентгеновских данных.

- на примере эталонных коллекций студенты осваивают приемы определения комплекса сульфидных минералов в разных типах руд. Комплекс сульфидов из медно-никелевых руд слагает вкрапленность, цемент брекчий и массивную руду Печенги и Мончи. Определение минералов облегчается срастанием и постоянным контактом минералов между собой и, поэтому, возможностью сравнения оптических свойств. Пирротин наиболее сильно анизотропный, розовато-белого цвета, часто имеет двойники давления, продукты распада твердого раствора пентландита. Халькопирит желтого цвета, слабо анизотропен. Пентландит кремово-белый, наиболее высоко отражающий, изотропный, характерны треугольники выкрошивания;

- студенты определяют минералы меди, образованные в условиях зоны окисления сульфидных месторождений и примерный уровень окисления. В зоне окисления сульфидных месторождений в условиях недостатка кислорода первичные минералы меди, например, халькопирит, легко преобразуются во вторичные минералы меди – малахит, халькозин и ковеллин, так формируется зона вторичного обогащения. Все названные минералы имеют низкое отражение, преимущественно прожилковые формы. Малахит определяется по сильным зеленым рефлексам. Ковеллин выделяется темно-синим цветом и сильным эффектом анизотропии от синего до красного цвета. Халькозин отличается бледным голубоватым оттенком, изотропен, или слабо анизотропен, мягок, пластичен.

## ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

### Основная:

1. *Нерадовский Ю.Н.* Рудная минераграфия: учебное пособие/ Ю.Н. Нерадовский.- Мурманск: Изд-во МГТУ, 2009. – 84с.
2. *Нерадовский Ю.Н.* Рудные минералы Кольского полуострова: учебное пособие/ Ю.Н. Нерадовский.- Мурманск: Изд-во МГТУ, 2017. – 264с.
3. *Изоитко В.М.* Технологическая минералогия и оценка руд. – СПб.: Недра, 1997. – 264с.
4. *Булах А.Г.* Общая минералогия: учебник для студ. Высш. Учеб. заведений/ Булах А.Г., Кривовичев В.Г., Золотарев А.А. -М.: Изд. Центр «Академия», 2008. – 416 с.
5. *Рамдор, П.* Рудные минералы и их сростания / П. Рамдор ; ред. А.Г. Бетехтина ; пер. А.Д. Генкин, Т.Н. Шадлун. 1134 с.  
<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=222441>

### Дополнительная

6. *Егоров-Тисменко Ю.К.* Кристаллография и кристаллохимия/ *Егоров-Тисменко Ю.К.* - Университет «Книжный дом», Москва, 2005.- 592с.
7. *Кулик Н.А.*, Онтогенез минералов : учеб. пособие / Кулик Н.А. - Новосибирск : РИЦ НГУ, 2014. - 94 с. - ISBN -- - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ngu003.html>