

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра геологии

Г.А. Пономарева

УСТРОЙСТВО И ПОВЕРКИ РУДНОГО МИКРОСКОПА

Методические указания

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет» для обучающихся по образовательной программе высшего образования по специальности 21.05.02 Прикладная геология

Оренбург
2019

УДК 553.4:543(о76.5)
ББК 26.34я7+24.4я7
П 56

Рецензент – доктор геолого-минералогических наук, профессор
П.В. Панкратьев

Пономарева, Г.А.

П 56 Устройство и поверки рудного микроскопа: методические указания /
Г.А. Пономарева; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2019. –
33 с.

Методические указания соответствуют содержанию первого раздела традиционного вузовского курса лабораторных методов изучения полезных ископаемых для геологических направлений специалитета. Рассматриваются основы минераграфии, устройства и поверки рудного микроскопа, поскольку все лабораторные работы по рудной микроскопии проводятся с использованием рудных микроскопов, применяемых при изучении рудных минералов и при изучении вещественного состава (мацералов – микрокомпонентов) твердых горючих ископаемых. Приведены различные виды оценочных средств и методические указания по видам работ.

Методические указания предназначены для лабораторных и самостоятельной работ студентов специальности 21.05.02 Прикладная геология всех форм обучения по дисциплинам «Лабораторные методы изучения минерального сырья» и могут применяться для дисциплин «Геология угля и горючих сланцев», «Геология горючих полезных ископаемых», а также для дипломного проектирования и подготовки аспирантов кафедры геологии.

УДК 553.4:543(о76.5)
ББК 26.34я7+24.4я7

© Пономарева Г.А., 2019
© ОГУ, 2019

Содержание

Введение	4
1 Понятие о минераграфии	6
2 Особенности устройства рудного микроскопа	8
3 Настройки (поверки) рудного микроскопа	15
4 Вопросы и упражнения	16
5 Тестовые задания	17
6 Самостоятельная работа	20
7 Контрольные задания.....	21
8 Вопросы к итоговой аттестации	26
9 Общие методические указания по видам работ	28
Список использованных источников	32

Введение

Целью изучения дисциплины «Лабораторные методы изучения минерального сырья» является приобретение студентами знаний по комплексу современных лабораторных методов изучения качества минерального сырья, диагностики вещественного состава, строения и условий его образования.

Методические указания предназначены для самостоятельной и лабораторным работам студентов, обучающихся по программам высшего образования по направлению подготовки 21.05.02 – Прикладная геология. Написаны в соответствии с требованиями образовательного стандарта ФГОС ВО от 12.05.2016 № 548 и рабочей программы дисциплины «Лабораторные методы изучения минерального сырья», могут применяться для дисциплин «Геология угля и горючих сланцев», «Геология горючих полезных ископаемых» при изучении вещественного состава (мацералов – микрокомпонентов) твердых горючих ископаемых.

Программа дисциплины предусматривает изучение следующих разделов.

1. Микроскопические методы изучения минерального сырья.
Минераграфия.
2. Методы элементного анализа минерального сырья.
3. Методы исследования структур, строения и состава минералов.
4. Термобарогеохимические исследования

Разделы дисциплины 2, 3, 4 освещены в учебном пособии «Лабораторные методы изучения минерального сырья» (П.В. Панкратьев, Г.А. Пономарева).

Настоящие методические указания охватывают первый раздел курса «Лабораторные методы изучения минерального сырья» - микроскопические методы, минераграфию. Минераграфия представляет собой область минералогии, посвященную изучению рудных минералов в отраженном свете, поскольку они, как правило, непрозрачны даже в тонких срезах. Для этих целей используют рудные (минераграфические) поляризационные микроскопы.

Все лабораторные работы по рудной микроскопии проводятся с использованием рудных микроскопов (определение оптических диагностических свойств, измерения, выявление структуры, последовательности минералообразования и др.). Поэтому знание устройства и работы поляризационного микроскопа отраженного света необходимо для диагностики и изучения рудных минералов и их сростаний. Здесь же приведены методические указания по видам работ, тесты, контрольные задания, вопросы и упражнения, задания для самостоятельной работы, вопросы к итоговой аттестации. Методические указания написаны с использованием результатов авторских геохимических исследований месторождений полезных ископаемых Оренбургской области, полученных с применением собственных патентованных разработок (Патент № 2409810 РФ) [6-11].

Автор

1 Понятие о минераграфии

Раздел минералогии, занимающийся изучением руд в отраженном свете под поляризационным микроскопом, называется **минераграфией** (*minera* – руда, *grapho* – пишу). Первоначально микроскопию отраженного света использовали в металлографии при изучении металлов и сплавов. Основоположником металлографии, из которой и развилась минераграфия, считается англичанин Сорби (1863 г). Основная масса рудных минералов непрозрачна даже в тонких срезах, поэтому изучать их под микроскопом можно только в отраженном свете.

Уайтхэд (Whitehiad) в 1917 г ввел термин *минераграфия*. В России в начале XX столетия Е.Д. Стратанович на Турьинских рудниках Северного Урала по инициативе Е.С. Федорова применял этот метод для изучения рудных минералов. И.Ф. Григорьев в 1927 году опубликовал генетическую классификацию текстур руд. В 1933 г вышла в свет книга А.Г. Бетехтина и Л.В. Радугиной «Определение рудных минералов под микроскопом», а в 1937 году И.Ф. Абрамов издал первое руководство по минераграфии. Из зарубежных основоположников минераграфии следует отметить следующих исследователей: Мердоч (1916), Р. Ван-дер-Вин, Г. Шнейдерхен, П. Рамдор и др.

Минераграфические исследования включают в себя ряд методов:

- поляризационная микроскопия отраженного света;
- физические методы (определение микротвердости, магнитности и др.);
- химические методы (качественные реакции, травление и т.д.);

Минераграфические исследования в совокупности с геологическими и петрографическими имеют значение при установлении генетических типов месторождений, их оценки, выбора наиболее эффективного метода их разведки и разработки, выбора метода технологической обработки.

Данные о качественном и количественном составе руд, рудообразующих минералов их сростков и свободных зерен в рудах, промпродуктах, концентратах и хвостах обогащения, размерах зерен и характере их срастания позволяют

установить крупность дробления и разработать технологические схемы обогащения руд.

Микроскопические методы в отраженном свете с успехом применяются при изучении состава, строения и степени метаморфизма каменных углей и антрацитов.

Определение рудных минералов под поляризационным микроскопом отраженного света основано на изучении совокупности их физических и химических свойств, таких как:

- отражательная способность;
- цвет в отраженном свете;
- явления поляризации;
- анизотропия оптических свойств;
- внутренние рефлекссы;
- рельеф и др.

Существенное значение при диагностике некоторых минералов имеет их растворимость химическими реактивами и качественные микрореакции.

Существует обширная литература по методике исследования руд в отраженном свете, например, работы А.Б. Баталова (1953), С.А. Вахромеева (1956), С.А. Юшко (1984), Л.Е. Афанасьева и М.П. Исаенко (1978), под редакцией А.И. Гинзбурга и др. Из зарубежных изданий наибольшую известность по рудным минералам получило справочное руководство по рудной микроскопии Л. Рамдора (1962) и Ю.И. Камерона (1966).

Важное значение придается отбору материалов для исследования. Отбор штучных образцов, руды, рудовмещающих пород производится из коренных обнажений в горных выработках и из керна буровых скважин. Рекомендуется отбирать пробы, образцы из старых отвалов, например, 100 лет назад велась разведка бокситов или руд; когда вынимают породы из недр, рудную и нерудную часть складывают отдельно.

Взяв образцы, готовят материал для исследований – полированные шлифы, которые представляют собой зеркальную поверхность (обдирка или распиловка, шлифовка, полировка). Изготавливают и комбинированные шлифы для установления взаимосвязи рудных и породообразующих минералов (размеры 2х2, толщиной 1,5 см), их размеров, размеров парагенезисов. До одной трети всех затрат приходится на истирание породы, поэтому очень важно знать размеры зерен полезных компонентов. Работа по подготовке проб ответственна и важна.

2 Особенности устройства рудного микроскопа

Рудный микроскоп состоит из те же основных частей, что и поляризационные микроскопы для проходящего света (МИН–8, МИН–10, ПОЛАМ–Р–111 и др.) и включает в себя штатив, окулярную насадку, предметный столик, осветительные устройства, тубус, поляризатор, анализатор, окуляры, объективы и др. Общий вид рудных (минераграфических) микроскопов в комплекте с прессиками приведен на рисунках 1 и 2.

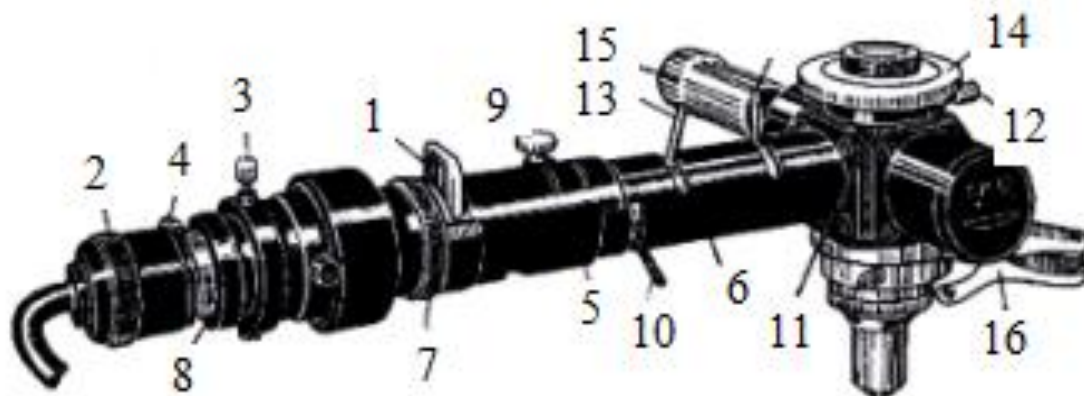
Главной особенностью рудных микроскопов является opak-иллюминатор (рисунок 3) или устройство для отраженного света, крепящийся непосредственно к основанию тубуса микроскопов МИН-9 или ПОЛАМ Р-312. Опак-иллюминатор или осветитель отраженного света (в ПОЛАМ Р-312 ОПОС-1) позволяет преобразовать свет от источника освещения в падающий перпендикулярно поверхности аншлифа пучок света и направить его отраженную часть в окуляр микроскопа. Для работы в поляризованном свете в паз корпуса осветителя вставляется поляризатор в оправе с учетом совпадения определенных делений шкалы углов поворота, нанесенной на оправе поляризатора, с индексом на корпусе. Вращение поляризатора в оправе осуществляется за накатанное кольцо оправы вправо и влево. Осветитель отраженного света включается в сеть переменного тока 220 В через блок питания (см. рисунок 1, 2).



Рисунок 1 – Рудный поляризационный микроскоп МИН-9



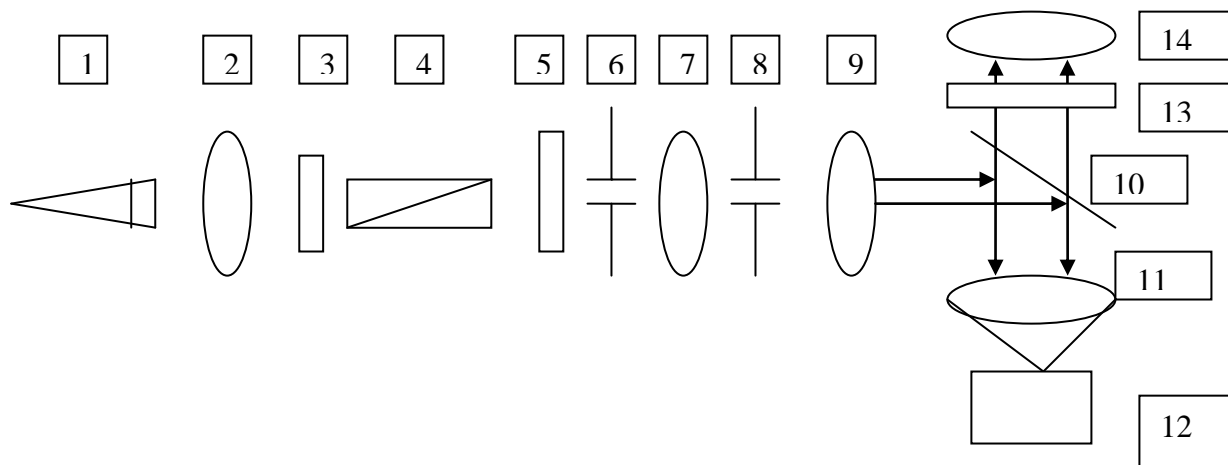
Рисунок 2 – Рудный поляризационный микроскоп ПОЛАМ Р-312 с тринокулярной насадкой



1 – стеклянная пластинка – светофильтр; 2 – патрон лампы осветителя; 3 – винт для центрировки нити лампочки; 4 – винт для закрепления патрона; 5 – левая часть осветителя; 6 – правая часть осветителя; 7 – заслонка; 8 – гильза; 9 – зажимный барашек во фланце оправы поляризатора; 10 – рукоятка поворота поляризатора на 45°; 11 – корпус отражателя; 12 – винт для зажима осветителя; 13 – рукоятка полевой диафрагмы; 14 – опорная втулка; 15 – рукоятка включения в ход лучей призмы или отражательной пластинки; 16 – щипцовое устройство.

Рисунок 3 – Устройство opak-иллюминатора ОИ-12 к микроскопам типа МИН-9

Преобразование света происходит благодаря специальной оптической системе. Она состоит из фокусирующих линз, поляризатора, анализатора, объектива и окуляра (рисунок 4). Источником света служит лампа накаливания, находящаяся в конце opak-иллюминатора. Свет от лампы проходит систему фокусирующих линз, поляризатора. На пути светового пучка установлены фильтр и две диафрагмы: апертурная и полевая. Аншлиф устанавливается на столике микроскопа с помощью специальной пластинки, пластилина и минералогического прессика.



1 – источник света; 2 – линза анаберрационный коллектор; 3 – светофильтр; 4 – николю-поляризатор; 5 - матовое стекло; 6 – апертурная; 8 – полевая диафрагмы; 7,9 – осветительные линзы; 10 – отключающее устройство (стеклянная пластинка); 11 – объектив; 12 – объект; 13 – анализатор; 14 – окуляр.

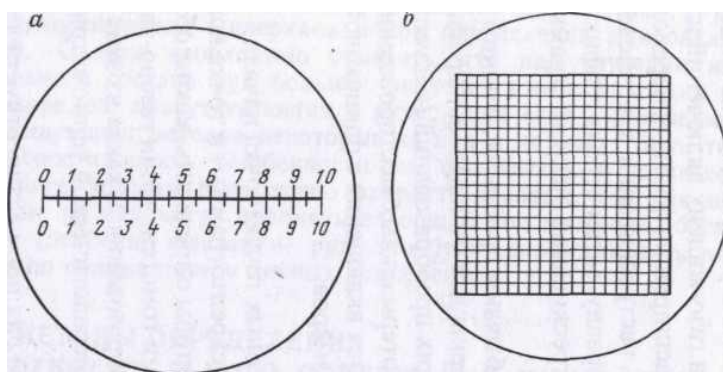
Рисунок 4 - Оптическая схема поляризационного осветителя

Существуют специальные минераграфические микроскопы: МИН – 6, МИН – 9, ПОЛАМ Р – 311, ПОЛАМ – Р – 312 (ЛОМО).

Микроскопы могут быть моно-, би- и тринокулярные. Наиболее удобны – бинокуляры. Например, микроскоп МИН-9 оснащен монокулярной насадкой, ПОЛАМ – Р – 312 оснащен тринокулярной насадкой, которая предназначена для фотографирования объектов наблюдения. При фотографировании фототубус закрепляется на корпусе тринокулярной насадки.

Увеличения на объективах современных микроскопов показаны цифрами на их корпусах (например – 21*). Объективы с черным ободком вблизи фронтальной линзы предназначены для работы с иммерсией. Окуляры делятся на рабочие (с крестом сетки нитей), измерительные (с линейкой или сеткой, рисунок 5), компенсационные и симметричные для фотографирования.

Предметные столики снабжены вращающимся диском, имеющим 360



а – с микрометрической линейкой; б – с микрометрической сеткой.

Рисунок 5 – Измерительные окуляры (С.А. Юшко, 1984)

делений (цена деления 1°), что позволяет производить отсчет углов поворота столика. Столики могут перемещаться в вертикальном направлении, что позволяет изучать не только шлифы, но и штучные полировки.

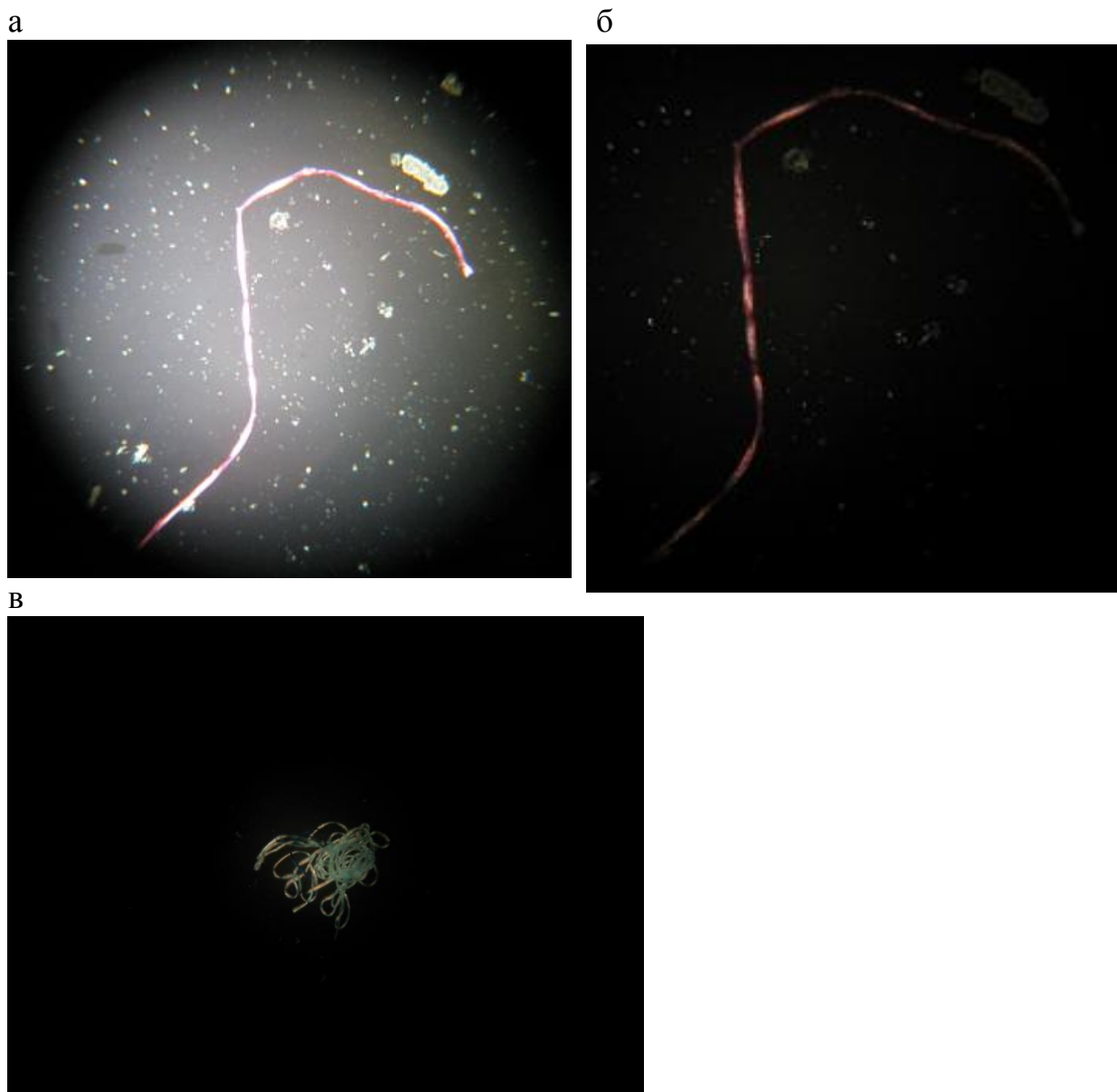
Тубус представляет собой съемный узел, в котором помещен анализатор, который может вводиться в ход лучей и выводиться из него. Анализатор поворачивается на 180° и фиксируется в любом положении.

Объектом для исследования руд в отраженном свете служат полированные шлифы (аншлифы). При изучении прозрачных и полупрозрачных минералов применяют прозрачно-полированные шлифы, которые можно одновременно изучать и в проходящем свете.

При изучении руд, углей в микроскопе отраженного света, большое значение имеет строго горизонтальное положение полированной плоскости шлифа. Прессик предназначен именно для этого.

Микроскопы предназначаются для применения в минераграфии, углпетрографии, металлографии и других областях. Так, ПОЛАМ – Р 312 дает возможность применения всех рабочих методов, встречающихся в области поляризационной микроскопии отраженного света, обеспечивает возможность количественных измерений. Микроскоп применяется и для научно-исследовательских целей. Так при изучении галогенных формаций Южного

Предуралья на содержание благородных металлов, при протоочках солей были обнаружены включения в виде проволочек, нитей, внешне напоминающих псевдоморфозы по живым организмам, были определены их размеры и сделаны фотографии на микроскопе ПОЛАМ – Р 312 (рисунок 6) [9].



а – красная нить, б – тоже, николи скрещены, в – клубок нитей в скрещенных николях.

Рисунок 6 – Микрофотографии нитевидных выделений из каменных солей платформенного Оренбуржья, выполненные в рудном микроскопе ПОЛАМ Р-312 (увеличение 68х)

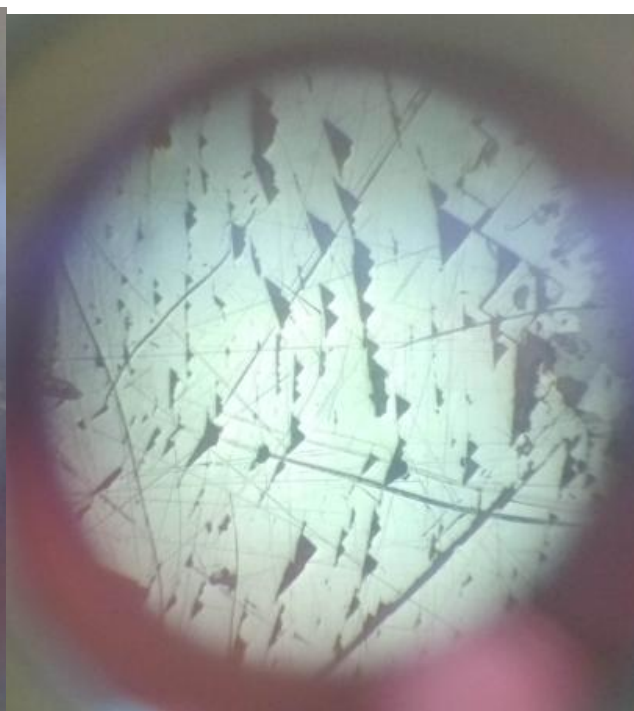
Качественные микрореакции этих выделений на платину по способу А.Г. Бетехтина показали наличие последней, предварительно установленной в образцах солей методом атомно-абсорбционной спектрометрии. Также с помощью капельного анализа в нитях установлено наличие серебра, меди, железа. Внешний облик этих нитевидных включений позволяет предполагать псевдоморфозы по живому веществу [8-10].

На рисунке 7 представлены фотографии минералов эталонов цвета – пирита (а) и галенита (б), выполненные студентами на рудном поляризационном микроскопе ПОЛАМ Р-312

а



б



а – пирит в нерудной массе, б – галенит с характерными черными треугольниками выкрашивания.

Рисунок 7– Микрофотографии пирита и галенита (микроскоп ПОЛАМ Р-312)

При изучении минерального состава и физических свойств применяется весь комплекс методов качественного и количественного минералогического анализа с целью точной диагностики минералов, входящих в состав руды, и их количества.

Методы измерения при использовании микроскопа отраженного света аналогичны таковым в проходящем свете. Измерения проводят с помощью измерительного окуляра (окуляр-микрометра, рисунок 5). Цена его деления при разных объективах определяется с помощью объект-микрометра. При этом составляется таблица, отражающая зависимость цены деления шкалы окуляра от увеличения объектива для конкретного микроскопа с указанием заводского номера.

3 Настройки (поверки) рудного микроскопа

Рудный микроскоп настраивают к работе следующим образом.

1. Подготовка и установка объекта. Полированный шлиф чистят с помощью специальной подушечки, устанавливают на предметном стекле на пластилин. Горизонтальное положение аншлифу придают, используя прессик. Затем исследуемый объект монтируют на предметном столике.

2. Фокусировку микроскопа производят при среднем увеличении объектива 6^x-9^x при окуляре 8^x-10^x с использованием кремальер грубой и точной наводки. Николи должны быть параллельны. Открывают апертурную и полевую диафрагмы. Осветитель подключают в сеть 220 В через блок питания, который имеется в комплекте микроскопа.

3. При настройке освещения закрывают полевую диафрагму и изображение ее проектируют на объект и наблюдают в поле зрения микроскопа. Поворачивая отражательную призму (пластину) опак-иллюминатора, приводят центр изображения полевой диафрагмы на горизонтальную ось поля зрения, фокусируют край диафрагмы, затем открывают полевую диафрагму до границ поля зрения. Затем необходимо отцентрировать лампочку в осветительном

патроне. Для концентрации света и уменьшения световой дисперсии, следует прикрыть апертурную диафрагму.

4. Центрировку объективов выполняют с помощью центрировочных винтиков до совмещения оптической оси микроскопа с осью вращения столика.

4 Вопросы и упражнения

1 Что изучает минераграфия?

2 Когда и где и кем впервые в России были проведены минераграфические исследования?

3 Перечислите основные узлы и детали рудного (минераграфического) микроскопа.

4 В чем заключается особенность устройства рудного микроскопа?

5 Укажите черты сходства и отличия рудного и петрографического микроскопов.

6 Почему для изучения рудных минералов используется отраженный свет, а для пороодообразующих – проходящий свет?

7 Укажите, определение количества минерального состава можно проводить с помощью

- окуляра с измерительной линейкой,
- окуляра с измерительной сеткой,
- объекта-микрометра.

8 Вычислить цену деления окуляр-микрометра при данном объективе, если цена 1 деления объект-микрометра равна 0,01 мм. Например, при объективе 9^x получилось, что 40 делений окуляр-микрометра заняли 52 деления объект-микрометра.

5 Тестовые задания

1 Наука, занимающаяся изучением руд в отраженном свете, называется

- минераграфия;
- петрология;
- минерагения;
- геология.

2 Основное отличие рудного микроскопа от петрографического - изучение объектов

- в поляризованном свете;
- в проходящем свете;
- в отраженном свете;
- в рентгеновских лучах.

3 Укажите рудные микроскопы

- МИН – 9,
- ПОЛАМ – 312
- ПОЛАМ – 213;
- МИН-8.

4 Главной особенностью рудных микроскопов является

- предметный столик;
- поляризаторы;
- окулярная насадка;
- опак-иллюминатор.

5 Опак-иллюминатор это – устройство

- для получения поляризованного света;
- для отраженного света;
- для центрировки микроскопа;
- перемещения предметного столика.

6 Преобразование света происходит благодаря специальной

- оптической системе;
- лампы;
- системы крепления шлифов;
- диафрагмы.

7 Оптическая система состоит из

- фокусирующих линз,
- поляризатора,
- анализатора,
- объектива;
- окуляра.

8 Материал для исследования в рудном микроскопе – полированные образцы называется

- аншлифы;
- шлифы;
- керн;
- штуфные образцы.

9 Аншлиф устанавливается на столике микроскопа с помощью

- специальной пластинки,
- пластилина;
- минералогического прессика;
- всего перечисленного

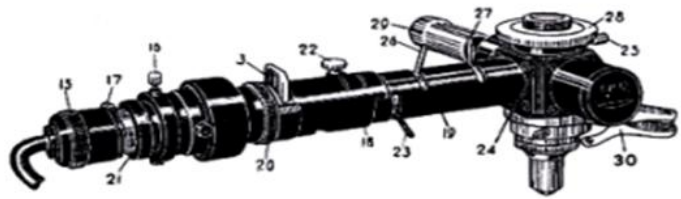
10 Микроскопы могут быть

- моно-,
- би-,
- тринокулярные.

11 Наиболее удобны –

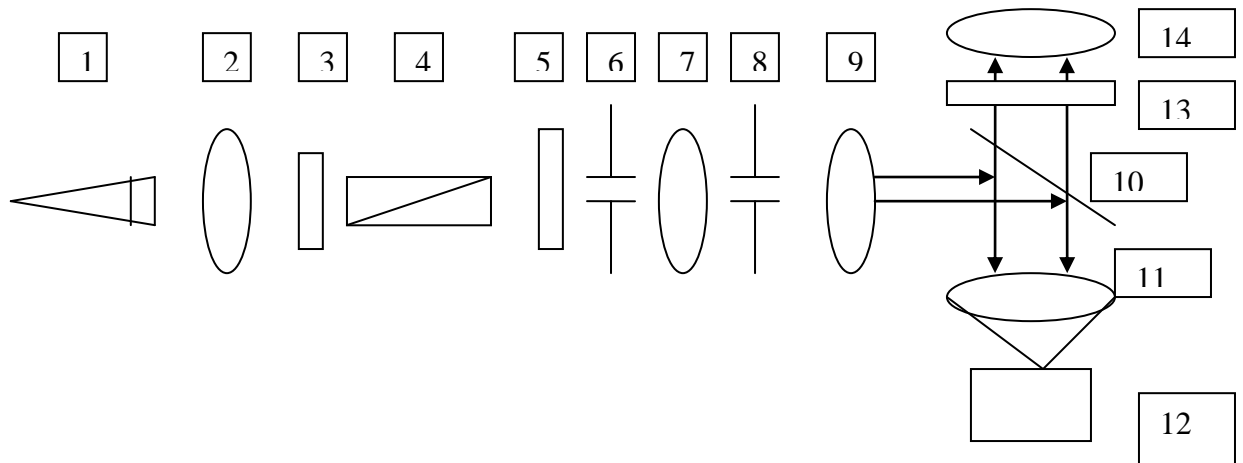
- бинокуляры;
- монокуляры;
- тринокулярные микроскопы;
- все одинаково удобны.

12 На картинке изображен



- предметный столик;
- поляризаторы;
- окулярная насадка;
- opak-иллюминатор;
- оптическая схема поляризационного осветителя.

13 На картинке изображен



- предметный столик;
- поляризаторы;
- окулярная насадка;
- opak-иллюминатор;
- оптическая схема поляризационного осветителя.

14 Соотнесите

1 При изучении прозрачных минералов применяют	1 полированные аншлифы
2 При изучении непрозрачных минералов применяют	2 полированные шлифы

15 Соотнесите

1 При изучении прозрачных минералов применяют	1 отраженный свет
2 При изучении непрозрачных минералов применяют	2 проходящий свет

16 Порядок подготовки микроскопа к работе (установите последовательность)

- фокусировка микроскопа;
- подготовка и установка объекта;
- центрировка объективов;
- настройка освещения.

17 При изучении руд в микроскопе отраженного света большое значение имеет строго горизонтальное положение полированной плоскости аншлифа, предназначен для этого

- трансформатор;
- прессик;
- предметный столик;
- окуляр.

6 Самостоятельная работа

Выписать оптические диагностические свойства минералов: пирита, галенита, сфалерита, халькопирита, борнита, золота, самородного серебра, гематита, магнетита, хромита, ковеллина, антимонита. Для этого необходимо использовать определительные таблицы, электронные ресурсы, например:

1 Минералы и месторождения России и ближнего зарубежья. [Электронный ресурс]: - Режим доступа: <http://webmineral.ru/>

2 Каталог минералов. [Электронный ресурс]: - Режим доступа: <http://www.catalogmineralov.ru/mineral/>

Задание. Определить рудные минералы в предложенном аншлифе и описать их диагностические признаки.

7 Контрольные задания

Варианты примерных контрольных заданий для студентов приведены в таблице 1. Задания могут использоваться для студентов очной формы для самопроверки и промежуточного контроля.

Таблица 1 – Задания для контрольной работы для студентов заочного отделения группы ГС по дисциплине «Лабораторные методы изучения минерального сырья»

Варианты	Номера заданий			
	Разделы			
	1	2	3	4
1	1,13,25,37	1,13	1,13	1,13
2	2,14,26,38	2,14	2,14	2,14
3	3,15,27,39	3,15	3,15	3,15
4	4,16,28,33	4,16	4,16	4,16
5	5,17,29,34	5,17	5,17	5,17
6	6,18,30,35	6,18	6,18	6,18
7	7,19,31,36	7,19	7,19	7,19
8	8,20,32,37	8,20	8,20	8,20
9	9,21,33,38	9,21	9,21	9,21
10	10,22,34,39	10,22	10,22	10,22
11	11,23,35,36	11,14	11,23	11,23
12	12,24,30,37	12,20	12,24	12,24

Раздел 1 Минераграфия

1 Содержание минераграфии как самостоятельной науки и ее связи с другими геологическими дисциплинами.

2 Когда и где и кем впервые в России были проведены минераграфические исследования?

3 Как оценивается отражательная способность минералов?

4 Явление анизотропии. Эффект двуотражения.

5 Внутренние рефлексы.

6 Понятие "структура" и "текстура" применительно к рудам.

7 Диагностические свойства рудных минералов, определяемые с помощью рудного микроскопа.

8 Рудный микроскоп, его устройство.

9 Изучение минералов под микроскопом с помощью иммерсии. Иммерсионные жидкости.

10 Что общего и в чем принципиальное отличие устройства рудного микроскопа от петрографического?

11 Для чего нужны минераграфические исследования?

12 Как производится отбор материала для исследования?

13 Общие сведения о шлифовке и полировке.

14 Основные требования, предъявляемые к полированному шлифу.

15 Оптическая схема поляризационного осветителя.

16 Порядок поверки рудного микроскопа.

17 Центрировка объективов рудного микроскопа.

18 Явления взаимодействия световой волны и полированной поверхности минерала согласно электронной теории взаимодействия света и вещества.

19 Чем обусловлены процессы отражения, преломления и рассеяния света?

20 Зонная схема строения металлов по А.А. Годовикову.

21 Зонная схема строения полуметаллов по А.А. Годовикову.

22 Зонная схема строения диэлектриков по А.А. Годовикову.

23 Влияние характера химической связи на свойства минералов.

24 Идентификация минералов по ширине запрещенной зоны.

25 Перечислите основные оптические характеристики рудных минералов.

Дайте им определения.

26 От чего зависит отражательная способность минералов?

27 Отражательный плеохраизм. Причины возникновения.

28 Причины возникновения внутренних рефлексов.

29 Перечислите наиболее благоприятные условия наблюдения внутренних рефлексов.

30 Укажите два основных фактора, влияющих на определение цвета минерала в отраженном свете.

31 Классификация рудных минералов по отношению к поляризованному свету.

32 Объясните физическую сущность явления двуотражения минералов.

33 Опишите оптические диагностические признаки малахита.

34 Опишите оптические диагностические признаки пирита.

35 Опишите оптические диагностические признаки халькопирита.

36 Опишите оптические диагностические признаки сфалерита.

37 Опишите оптические диагностические признаки ковелина.

38 Опишите оптические диагностические признаки галенита.

39 Опишите оптические диагностические признаки антимонита.

Раздел 2 Текстурно-структурный анализ руд

1 Определение текстур и структур руд.

2 Классификация текстур и структур по А.Г. Бетехтину.

3 Классификация текстур и структур по С.А. Вахромееву.

4 Дайте определение минеральному парагенезису. Приведите примеры.

5 Дайте определение минеральному агрегату.

6 Что такое промышленный тип руд? Продуктивный минеральный парагенезис?

7 Этапы минерализации.

8 Стадии минерализации.

9 В каких случаях применяют структурное травление?

10 Форма минеральных выделений.

11 Размеры минеральных зерен.

12 Дайте определение продуктивному минеральному парагенезису. Приведите примеры продуктивных минеральных парагенезисов.

13 Включения в минеральных зернах.

14 Форма минерального зерна, определяющая морфологический тип структуры.

15 Укажите структуры первичные и вторичные.

16 Укажите генетические группы текстур по условиям образования.

17 Укажите формы минерального парагенезиса, определяющего морфологический тип текстур.

18 Текстурно-структурный анализ руд. Цели проведения.

19 Основные задачи текстурно-структурного анализа.

20 Последовательность проведения текстурно-структурного анализа.

21 Что определяет закономерность распределения минеральных парагенезисов в месторождениях?

22 Какие свойства минеральных парагенезисов используют при определении их условий образования?

Раздел 3 Рентгеноструктурный анализ и термобарогеохимические методы исследования

1 Рентгеноструктурный анализ. Основные задачи. Методы рентгеновского исследования.

2 Физические основы метода. Уравнение Вульфа-Брегга.

3 Схема получения отражения от атомных плоскостей.

4 Устройство дифрактометра.

5 Области применения метода рентгеноструктурного анализа.

6 Явления, лежащие в основе рентгенографического фазового анализа.

7 Области применения рентгенографического фазового анализа.

8 Рентгенографический количественный фазовый анализ.

9 Требования к образцам, предназначенным для рентгеноструктурного анализа.

10 Что понимается под включением минералообразующих сред?

11 Классификация включений по Н.П. Ермакову: по составу и состоянию, по их генезису.

12 Исследования включений под микроскопом. Основные задачи.

- 13 Краткие основы метода гомогенизации.
- 14 Аппаратура метода гомогенизации.
- 15 Возможности использования метода гомогенизации применительно к геологическим объектам.
- 16 Краткие основы метода декрепитации.
- 17 Задачи, решаемые методом декрепитации.
- 18 Декрепитограф. Принцип действия.
- 20 Использование метода декрепитации в геологии.
- 21 Метод криометрии.
- 22 Криокамеры. Объекты криометрических исследований.
- 23 Применение метода криометрии в геологической практике.
- 24 Методы исследования состава минеральных включений.
- 25 Использование методов термобарогеохимии для поисков и разведки месторождений полезных ископаемых.

Раздел 4 Дополнительные физические свойства рудных минералов

- 1 Определение твердости минералов.
- 2 От чего зависит твердость минерала?
- 3 Определение микротвердости минералов.
- 4 Приборы для определения микротвердости.
- 5 Примеры решаемых задач с помощью приборов микротвердометров.
- 6 Прочность минералов.
- 7 От чего зависит прочность минералов?
- 8 Чем определяется электропроводимость минералов?
- 9 Чем определяется теплопроводимость минералов?
- 10 Какие задачи позволяют решать исследования тепло- и электропроводимости минералов?
- 11 Классификация минералов по величине проводимости. Примеры минералов каждого класса.
- 12 Диэлектрическая проницаемость минералов и пород.

13 Классификация минералов в соответствии с их поведением в магнитном поле.

14 С чем связаны магнитные свойства минералов?

15 Парамагнетизм и диамагнетизм.

16 Ферромагнетизм.

17 Антиферромагнетизм и ферримагнетизм.

18 Естественные магниты.

19 Цвет минералов.

20 Чем обусловлен цвет минералов?

21 Роль цвета в идентификации минералов.

22 Игра цвета, опалесценция.

22 Плотность минералов.

23 Оценка плотности минералов.

24 Измерение плотности.

8 Вопросы к итоговой аттестации

Вопросы к итоговой аттестации *по дисциплине* «Лабораторные методы изучения минерального сырья»

1.1 Определение элементного состава:

- атомно-эмиссионный анализ;
- атомно-абсорбционный анализ;
- рентгенофлуоресцентный анализ;
- масс-спектрометрия;
- нейтронно-активационный анализ
- важнейшие метрологические характеристики анализа.

1.2 Исследование структур минералов, тонких особенностей их строения и состава

- рентгеноструктурный анализ;

- электронография;
- электронная микроскопия;
- электронно-зондовый микроанализ;
- термический анализ минерального сырья;
- инфракрасная спектроскопия;
- термобарогеохимические исследования.

1.3 Рудная микроскопия

- особенности устройства и поверки рудного микроскопа;
 - отражательная способность рудных минералов;
 - цвет минералов в отраженном свете;
 - анизотропия оптических свойств;
 - двуотражение минералов;
 - внутренние рефлексии;
 - твердость и рельеф минералов, прочность;
 - дополнительные физические свойства рудных минералов (форма зерен, двойниковое строение, спайность, магнитность, электропроводность);
 - диагностическое травление и использование диагностических таблиц;
 - химические методы диагностики минерального сырья:
- кристаллоскопический анализ;
- капельный анализ;
 - метод контактных отпечатков;
 - методы определения количественного минерального состава; измерения под микроскопом;
 - изготовление полированных шлифов;
 - структуры и текстуры руд; текстурно-структурный анализ руд, цели и задачи;
 - установление последовательности выделения минеральных ассоциаций и построение схем последовательности минералообразования.
 - оптические диагностические свойства рудных минералов: пирита, галенита, халькопирита, сфалерита, антимонита, ковелина, гематита и др;

- определительные (диагностические) таблицы.

9 Общие методические указания по видам работ

Одним из видов учебной деятельности для студентов как очной, так и заочной форм обучения является самостоятельная работа с учебным материалом. По курсу «Лабораторные методы изучения минерального сырья» она складывается из следующих элементов: изучение материала по учебникам и учебным пособиям; выполнение лабораторных работ; индивидуальные консультации очные и письменные; посещение лекций; выполнение и защита лабораторных работ; выполнение и защита контрольных заданий для студентов заочной формы обучения; итоговая аттестация по всему курсу.

Работа с книгой. Изучать курс «Лабораторные методы изучения минерального сырья» рекомендуется по темам, предварительно ознакомившись с каждой из них по программе, так как структурирование материала курса в программе и в книге может не совпадать. Изучая курс, пользуйтесь и предметным указателем в конце книги. При первом чтении не задерживайтесь на математических формулах, детальном устройстве приборов и аппаратуры; старайтесь получить общее представление об излагаемых вопросах, а также отмечайте трудные или неясные места. Внимательно прочитайте текст, напечатанный особым шрифтом. При повторном изучении темы усвойте все теоретические положения, математические зависимости и устройство приборов и аппаратуры, а также применение данного метода в геологии. Вникайте в сущность того или иного вопроса, а не пытайтесь запомнить отдельные факты и явления. Изучение любого вопроса на уровне сущности, а не на уровне отдельных явлений способствует более глубокому и прочному усвоению материала, а также формированию развитой интеллектуальной установки на понимание. Чтобы лучше запомнить и усвоить изучаемый материал, надо обязательно иметь рабочую тетрадь и заносить в нее определения, физические основы методов,

новые незнакомые термины и названия, наименования приборов и т.д. Во всех случаях, когда материал поддается систематизации, составляйте графики, схемы, таблицы, диаграммы. Они очень облегчают запоминание и уменьшают объем конспектируемого материала. Пока тот или иной раздел не усвоен, переходить к изучению новых разделов не следует. Краткий конспект курса будет полезен при повторении материала в период подготовки к итоговому контролю. Изучение курса должно обязательно сопровождаться выполнением упражнений и решением задач, поскольку это – один из лучших методов прочного усвоения, что в конечном итоге приводит к расширению и углублению знаний по дисциплине, а также к установлению межпредметных связей с другими специальными дисциплинами геологического профиля.

Лекции. В помощь студентам читаются лекции по важнейшим разделам курса. Для заочников лекции начитываются в период установочной сессии. Содержание лекций определяется настоящей рабочей программой дисциплины «Лабораторные методы изучения минерального сырья». Главной задачей каждой лекции является показ сущности темы и анализ ее основных положений. На первой лекции до студентов доводят структуру дисциплины и ее разделы, а в дальнейшем указывается начало каждого раздела, суть и его задачи, а закончив изложение, подводится итог по этому разделу, чтобы связать его со следующим.

Лабораторные работы. Для глубокого изучения дисциплины «Лабораторные методы изучения минерального сырья», основанной на эксперименте, необходимо выполнить лабораторные работы. Для проведения лабораторного практикума предназначена специализированная лаборатория физических методов исследования геологических объектов. Лаборатория оснащена современным оборудованием, приборами и реактивами, обеспечивающими проведение занятий по курсу дисциплины. В лаборатории имеется кабинет спектральных методов, в котором находится атомно-абсорбционный спектрометр для элементного анализа, СВЧ-минерализатор для пробоподготовки к инструментальному определению образцов и необходимое оборудование для проведения точного количественного анализа. Также в состав

лаборатории входит кабинет микроскопии, оснащенный поляризационными рудными и петрографическими микроскопами, биноклями. Это оборудование используется при проведении лабораторных работ по ряду дисциплин кафедры геологии. Лабораторные работы – важнейшая составная часть курса дисциплины «Лабораторные методы изучения минерального сырья». Для их выполнения студенту необходимо перед каждым лабораторным занятием ознакомиться с оборудованием, измерительными приборами, методикой эксперимента, изучить соответствующий раздел учебного пособия, конспекта лекций и описание лабораторной работы. Студенты должны научиться ясно и точно описывать проведенные ими лабораторные работы. Для этого по каждой работе, выполненной в лаборатории, они составляют отчет, который заносится в рабочий журнал. Форма ведения рабочего журнала предлагается преподавателем. Перед тем как приступить к выполнению работы, следует внимательно изучить методические указания, по которым будет проводиться работа и обратить внимание на вопросы техники безопасности. В рабочем журнале указываются дата, тема и цель лабораторной работы, оборудование и схема прибора с указанием его составляющих, делаются необходимые зарисовки, составляются таблицы, обрабатываются результаты. В конце работы делается теоретический вывод. Описание лабораторной работы ведется в процессе ее выполнения или сразу же после окончания.

Контрольные задания. В процессе изучения курса «Лабораторные методы изучения минерального сырья» студенты заочной формы обучения должны выполнить контрольную работу. К выполнению контрольной работы можно приступать только тогда, когда будет изучена определенная часть курса и тщательно разработаны решения на поставленные вопросы к соответствующим темам контрольных заданий.

Выполненная контрольная работа должна соответствовать следующим требованиям:

- контрольная работа должна быть аккуратно оформлена, страницы пронумерованы и представлена на рецензию в срок, установленный графиком;

- для замечаний рецензента надо оставлять широкие поля; номера и содержания вопросов переписывать в том порядке, в каком они указаны в задании;

- работы должны содержать номер варианта быть датированы на титульном листе и отмечены в деканате;

- перед ответом на вопрос должно быть полностью приведено условие;

- ответы на вопросы и упражнения следует сопровождать необходимыми формулами, схемами приборов и устройств и пояснениями. Необходимо четко формулировать выводы, раскрывающие геологическое содержание поставленных заданий;

- решение задач и ответы на теоретические вопросы должны быть коротко, но четко обоснованы, за исключением тех случаев, когда по существу вопроса такая мотивировка не требуется;

- в конце работы следует привести список используемой литературы (автор, название учебника, выходные данные и т.д.).

Если контрольная работа не зачтена, ее надо будет выполнить второй раз в соответствии с указаниями рецензента и представить на повторное рецензирование вместе с незачтенной работой. Контрольная работа, выполненная не по своему варианту, преподавателем не рецензируется и не зачитывается.

Итоговая аттестация. Выполнив лабораторный практикум и защитив контрольные работы в установленном порядке, студенты проходят итоговую аттестацию – зачет или экзамен, согласно утвержденной программе. Студенты, сдающие зачет или экзамен, предъявляют лабораторный журнал с пометкой преподавателя о выполнении всех работ, предусмотренных учебным планом.

Список использованных источников

- 1 Академик. Словари и энциклопедии на академии. Режим доступа: <http://dic.academic.ru/>
- 2 Вахромеев, С.А. Руководство по минераграфии / С.А. Вахромеев. – Иркутск, 1956. – 133 с.
- 3 Волынский, И.С. Определение рудных минералов под микроскопом: методическое руководство / И.С. Волынский. - М.: Недра, 1966. - Т.1. - Вып.2. – 350 с.
- 4 Каталог минералов. [Электронный ресурс]: - Режим доступа: www.catalogmineralov.ru
- 5 Методы минералогических исследований: справочник / под ред. А.И. Гинзбурга. - М.: «Недра», 1985. - 480 с.
- 6 Микроскоп поляризационный агрегатный рабочий рудный «ПОЛАМ Р-312». Техническое описание и инструкция по эксплуатации Ю-33.24.602 ТО. – СПб; ОАО ЛОМО. – 42 с.
- 7 Минералы и месторождения России и ближнего зарубежья. [Электронный ресурс]: - Режим доступа: <http://webmineral.ru/>
- 8 Михеев, В.Г. Лабораторные методы исследования руд: методические указания / В.Г. Михеев. – Красноярск: ГАЦМиЗ, 1997. – 48 с.
- 9 Панкратьев, П.В. Лабораторные методы исследования минерального сырья. Физико-химические методы исследования: учебное пособие / П.В. Панкратьев, Г.А. Пономарева. – Оренбург: ИПК ГОУ ОГУ, 2008. – 177 с.
- 10 Патент № 2409810 РФ МПК⁵¹ G01N 31/00 Способ разложения проб при определении благородных металлов в углеродистых породах / Г.А.Пономарева, П.В. Панкратьев; 2011. - Бюл. № 2. – 7 с.
- 11 Пономарева, Г.А. Благородные металлы в галогенных формациях Южного Предуралья / Г.А. Пономарева // Университетский комплекс как

региональный центр образования, науки и культуры: сб. статей международной научно-методической конференции. – Оренбург: ООО ИПК, 2016. - С. 864-867.

12 Пономарева, Г.А. Региональные закономерности распределения платиноидов в Оренбургской части Южного Урала: дис....канд. геол-мин. наук: 25.00.11. / Г.А. Пономарева. – Екатеринбург, 2013. – 240 с.

13 Пономарева, Г.А. Платиноиды в галогенных формациях Оренбуржья / Г.А. Пономарева // XIX Всероссийская научная конференция «Уральская минералогическая школа 2013»: сб. статей. – Екатеринбург: Изд. ИГГ УрО РАН, 2013. - С. 110-112.

14 Пономарева, Г.А. Основы геологии угля и горючих сланцев: учебное пособие / Г.А. Пономарева; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2016. – 120 с.

15 Пономарева, Г.А. Лабораторные методы изучения минерального сырья: методические указания / Г.А. Пономарева. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2012. – 18 с. [Электронный ресурс].

16 Сайт о цветных камнях и минералах . [Электронный ресурс]: справ.-информ. интернет-портал . - Режим доступа: <http://Geo RUS.ru/>

17 Словари и энциклопедии на Академике. Геологическая энциклопедия. [Электронный ресурс]: - Режим доступа: https://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_geolog/

18 Юшко, С.А. Методы лабораторного исследования руд / С.А. Юшко. - М.: Недра, 1984. – 389 с.