

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра геологии

Г.А. Пономарева

# ЛАБОРАТОРНЫЕ МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ

Методические указания по лабораторным методам изучения  
минерального сырья

Рекомендовано к изданию Редакционно-издательским советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет» в качестве методических указаний для студентов, обучающихся по программам высшего профессионального образования по направлению подготовки 130300 Прикладная геология специальности 130301 Геологическая съемка поиски и разведка месторождений полезных ископаемых

Оренбург  
ОГУ  
2012

УДК 553.049(76)

ББК 26.3477

П 56

Рецензент – кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры геологии С.В. Багманова

**Пономарева, Г.А.**

П 56

Лабораторные методы изучения минерального сырья: методические указания / Г.А. Пономарева; Оренбургский государственный университет. – Оренбург: ОГУ, 2012. – 18 с.

Методические указания написаны в соответствии с требованиями образовательной программы ФГОС ВПО № 62 – Государственные требования к минимуму содержания и уровню подготовки выпускников (введены в действие с 17.01.2011 г.) Министерства образования и науки Российской Федерации и предназначены для студентов заочной формы обучения специальности 130301 «Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых» высших учебных заведений

УДК 553.049(76)

ББК 26.3477

© Пономарева Г.А., 2012

© ОГУ, 2012

## Содержание

Введение.....	4
1 Общие методические указания.....	5
2 Рекомендуемая литература.....	8
3 Контрольные задания.....	10
Список использованных источников.....	15

## Введение

Дисциплина относится к курсу специальных дисциплин и федеральному компоненту ООП.

Изучение дисциплины «Лабораторные методы изучения минерального сырья» базируется на следующих дисциплинах: физики, химии, геохимии, кристаллографии и минералогии, петрографии магматических и метаморфических пород, литологии, основах учения о полезных ископаемых.

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

Задачами дисциплины являются:

- овладение современными методами лабораторного исследования вещественного состава полезных ископаемых и выработки навыков их правильного комплексирования;

- получение знаний об особенностях внутреннего строения полезных ископаемых различных видов, основах текстурно-структурного анализа, выработка умения самостоятельной диагностики рудообразующих минералов и углеобразующих компонентов в отраженном и проходящем свете;

- выработка навыков технологической оценки полезного ископаемого с целью наиболее полного и экономически выгодного его использования.

Основные положения дисциплины используются в дальнейшем при изучении специальных дисциплин: промышленные типы месторождений полезных ископаемых, прогнозирование и поиски месторождений полезных ископаемых, разведка и геолого-экономическая оценка месторождений полезных ископаемых и основы разработки и переработки минерального сырья, а также при выполнении курсовых работ и дипломном проектировании.

# 1 Общие методические указания

Дисциплина «Лабораторные методы изучения минерального сырья» является специальной, поэтому горный инженер должен обладать достаточными знаниями в этой области геологии.

Изучение курса данной дисциплины должно способствовать развитию у студентов логического геологического мышления. В результате изучения курса студенты должны получить современное научное представление о лабораторных методах исследования вещественного состава и строения геологических объектов и принять во внимание относительную значимость отдельных направлений и методов. Знание курса «Лабораторные методы изучения минерального сырья» необходимо для успешного изучения последующих специальных дисциплин. Студенты, изучив дисциплину, должны:

- иметь представление о комплексировании современных лабораторных методов изучения качества металлических, неметаллических и горючих полезных ископаемых; методах исследования вещественного состава месторождений; технологической оценке полезных ископаемых;

- знать главные современные лабораторные и полевые методы диагностики вещественного (минерального и химического) состава полезных ископаемых различных видов (в том числе руды цветных, редких и благородных металлов); основы структурно-текстурного анализа; основные диагностические свойства минералов полезных ископаемых в отраженном и проходящем свете;

- уметь выполнять геологическую документацию разведочных и поисковых горных выработок, обнажений и керна скважин и выделять детали внутреннего строения полезного ископаемого; отбирать материал для его лабораторного исследования; исследовать с помощью микроскопа минеральный состав руд; диагностировать основные рудообразующие

минералы с помощью рудного микроскопа и устанавливать последовательность образования рудных минералов; делать выводы об условиях формирования полезных ископаемых;

- иметь навыки определения геологического и абсолютного возраста полезных ископаемых; определения физико-химических свойств минералов.

Основной вид учебных занятий для студентов заочников – самостоятельная работа над 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; сдача зачета по всему курсу.

**Работа с книгой.** Изучать курс рекомендуется по темам, предварительно ознакомившись с каждой из них по программе (расположение 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 – зачету. Изучение курса должно обязательно сопровождаться выполнением упражнений и решением задач, так как 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. Лекции читаются в период установочной сессии. Содержание лекций определяется настоящей рабочей программой курса. Главной задачей каждой лекции является показ сущности темы и анализ ее основных положений. На первой лекции до студентов доводят структуру курса и его 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 курса, основанного на эксперименте, необходимо выполнить лабораторные работы. Для проведения лабораторного практикума предназначена специализированная лаборатория. Лаборатория оснащена современным оборудованием, приборами и реактивами, обеспечивающими проведение занятий по курсу дисциплины. 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» студент должен 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.

**Зачет.** Выполнив лабораторный практикум и защитив контрольные работы в установленном порядке, студенты сдают зачет. Студенты, сдающие зачет, предъявляют лабораторный журнал с пометкой преподавателя о выполнении всех работ, предусмотренных учебным планом.

## **2 Рекомендуемая литература**

### Основная литература

1 Месторождения металлических полезных ископаемых: учебник для вузов / В.В. Авдонин [и др.]. – 2-е изд., испр. и доп. – М: Академический проект: Трикста, 2005. – 720 с.

2 **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. ISBN 978-5-7410-0846-1.

## Дополнительная литература

- 1 **Юшко, С.А.** Методы лабораторного исследования руд: учебное пособие для вузов / С.А. Юшко. – М.: «Недра», 1984. 389 с.
- 2 Методы минералогических исследований: справочник / под ред. А.И. Гинзбурга. - М.: «Недра», 1985. 480 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 Геология и геохимия нефти и газа: учебник для вузов / О.К. Баженова [и др.]; под. ред. Б.А. Соколова– 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Московского университета; Издательский центр «Академия», 2004. – 415 с. ISBN 5-211-04960-8 (Издательство Московского университета), ISBN 5-7695-2081-7 (Издательский центр «Академия»).
- 5 Бентониты и бентонитоподобные глины. Классификация, особенности состава, физико-химические и технологические свойства / Т.З. Лыгина [и др.] – Казань: ФГУП «ЦНИИГеолнеруд», 2005. – 72 с. ISBN 5-85657-057-X
- 6 Исследование баритовых руд комплексом физико-химических методов (методические рекомендации) / Т.З. Лыгина [и др.] – М.: [б.и.]; 2004. – 79 с.
- 7 Фосфатные руды России: классификация, особенности состава и строения / М.И. Карпова [и др.] – Казань: «ЦНИИГеолнеруд», 2005. – 226 с. ISBN 5-85657-058-8.
- 8 **Афанасьев, М.А.** Петрография и петрология магматических, метаморфических и метасоматических горных пород: учебник для вузов / М.А. Афанасьев, Н.Ю. Бардина, О.А. Богатилов. – М.: Логос, 2001. – 768 с. ISBN 5-94010-084-8.
- 9 Аналитическая химия и технический анализ угля: учебник для вузов / И.В. Августевич [и др.] -М: Недра, 1987. -336 с.
- 10 **Русчев, Д.Д.** Химия твёрдого топлива: учебник для вузов / Д.Д. Русчев. - Л.: Химия, 1976.-208 с.

## Методические указания к лабораторным занятиям

1 **Пономарева, Г.А.** Атомно-абсорбционная спектрометрия: методические указания / Г.А. Пономарева. - Оренбург: ГОУ ОГУ, 2010.- 17 с. (Учебно-методическое электронное издание. Регистрационный учетный номер 11П 01022010)

2 **Панкратьев, П.В.** Лабораторные методы исследования полезных ископаемых: методические указания. Часть 1 Полевая минераграфия / П.В. Панкратьев. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2003. – 32 с.

3 **Стряпков, А.В.** Технический анализ углей: методические указания / А.В. Стряпков, Д.А. Раздобреев. – Оренбург: Изд. ОГУ, 2002.- 45 с.

4 **Воробьева, С.В.** Лабораторные методы определения благородных металлов в рудах, в продуктах горно-металлургического производства и сплавах: методические указания / С.В. Воробьева. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2004. – 18 с.

5 **Михеев, В.Г.** Лабораторные методы исследования руд: методические указания / В.Г. Михеев. – Красноярск: ГАЦМиЗ, 1997. – 48 с.

Студентам также рекомендуется использовать периодическую литературу геологического направления.

### **3 Контрольные задания**

Варианты контрольных заданий для студентов приведены в таблице 1. Номер варианта для каждого студента соответствует его порядковому номеру в списке группы, который имеется в деканате.

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 рефлексии.

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.

## Список использованных источников

- 1 **Пономарева, Г.А.** Атомно-абсорбционная спектрометрия: методические указания / Г.А. Пономарева. - Оренбург: ГОУ ОГУ, 2010.- 17 с. (Учебно-методическое электронное издание. Регистрационный учетный номер 11П 01022010)
- 2 **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. ISBN 978-5-7410-0846-1.
- 3 **Стряпков, А.В.** Технический анализ углей: методические указания / А.В. Стряпков, Д.А. Раздобреев. – Оренбург: Изд. ОГУ, 2002.- 45 с.
- 4 **Юшко, С.А.** Методы лабораторного исследования руд / С.А. Юшко. - М.: «Недра», 1984. 389 с.
- 5 Методы минералогических исследований: справочник / под ред. А.И. Гинзбурга. - М.: «Недра», 1985. 480 с.
- 6 **Волынский, И.С.** Определение рудных минералов под микроскопом: методическое руководство / И.С. Волынский. - М.: Недра, 1966, т.1, вып.2. – 350 с.
- 7 **Михеев, В.Г.** Лабораторные методы исследования руд: методические указания / В.Г. Михеев. – Красноярск: ГАЦМиЗ, 1997. – 48 с.