

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

Кафедра геологии

П.В. Панкратьев, Н.В.Черных, А.П. Швырев

ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ПЕТРОГРАФИЯ»

Часть 1

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

УДК552(076.5)

ББК26.31_я7

П16

Рецензент – доцент, кандидат геолого-минералогических наук А.П. Бутолин

Панкратьев П.В

П16 Лабораторные работы по дисциплине «Петрография» Часть 1
методические указания / П.В. Панкратьев, Н.В. Черных, А.П. Швырев;
Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2019.

В методических указаниях изложены сведения, составляющие основу практической части курса «Петрография». Описаны устройство поляризационного микроскопа и методы определения оптических свойств минералов в поляризованном свете без анализатора и в скрещенных николях (в параллельном и сходящемся пучке света), даны рекомендации по диагностике минералов по кристаллооптическим характеристикам.

Приводятся описания минералов и горных пород, главных пороодообразующих и акцессорных минералов, классификация магматических и метаморфических горных пород и другие сведения полезные для аудиторной и самостоятельной работы студентов.

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины могут быть полезны для студентов направления подготовки 21.05.02 Прикладная геология всех форм обучения, преподавателям, осуществляющим ведение занятий по данной дисциплине.

УДК552(076.5)

ББК26.31_я7

© Панкратьев П.В.,
Черных Н.В.,
Швырев А.П., 2019
© ОГУ, 2019

Содержание

Введение	4
1 Основы кристаллооптики и диагностика порообразующих минералов под микроскопом	6
1.1 Лабораторная работа №1-2. Основы кристаллооптики	6
1.2 Лабораторная работа № 3-4. Основные приемы работы с поляризационным микроскопом	9
1.3 Лабораторная работа № 5-6. Оптическая индикатриса.....	12
1.4 Лабораторная работа №7-8. Характеристика оптических свойств минералов...	17
1.5 Лабораторная работа №9-10. Изучение спайности и плеохроизма.....	19
1.6 Лабораторная работа №11-12. Рельеф, шагреньевая поверхность в шлифах, показатель преломления, полоска Бекке	22
1.7 Лабораторная работа № 13-14. Определение угла погасания. Определения плагиоклазов	28
2 Макроскопическая характеристика и диагностика главных порообразующих минералов	34
2.1 Лабораторная работа №15-16. Важнейшие порообразующие минералы	34
Список использованных источников	38

Введение

Данное методическое указание может использоваться при изучении курса «Петрография» читается на геолого-географическом факультете ОГУ для студентов специальности: 21.05.02 «Прикладная геология»

Студенты получают знания о магматических и метаморфических горных породах – их химическом и минеральном составе, структурных и текстурных особенностях. Излагается материал по кристаллооптике.

Основной целью лабораторных занятий является: обучение студентов методам работы с поляризационным микроскопом, макро- и микроскопическому исследованию горных пород и минералов. Рассматриваются методы и приемы исследования минералов в параллельных и скрещенных николях.

Особое внимание уделено принципам классификации магматических образований, рассмотрены состав и условия образования магматических пород, закономерности кристаллизации минералов из магмы.

Типы метаморфизма, формы залегания.

Для внеаудиторной и самостоятельной работы студентов предлагаются следующие интернет ресурсы общего доступа:

<http://www.vsegei.ru/ru/info/sprav/petro/polovinkina.pdf>

структуры и текстуры изверженных и метаморфических горных пород.

<http://mineralshop.ucoz.ru/publ/petrografija/2>

в разделе «о минералах»: свойства, типы, формы.

<http://wiki.web.ru/wiki/%D0%A8%D0%BB%D0%B8%D1%84-> сайт «Все о геологии»,

дана информация о минералах их свойствах, типах и формах.

<http://www.geokniga.org/bookfiles/geokniga-atlas-osnovnyh-tipov-magmaticeskikh-porod.pdf> - атлас магматических пород.

<http://www.toybytoy.com/collection/Pictures-of-thin-sections-of-minerals-and-rocks-De-Agostini> оптика минералов в шлифах.

Петрография как наука о магматических и метаморфических горных породах

Основные сведения о магматических и метаморфических породах

Горная порода представляет собой естественный минеральный агрегат определенного состава, текстуры, структуры и генезиса, слагающий геологическое тело. Она может состоять из минералов, обломков горных пород и окаменелой фауны, вулканического стекла и пирокластолитов – вулканического обломочного материала различного размера.

Все горные породы, слагающие земную кору, делятся на две группы: эндогенную (собственно магматические и метаморфические,) и экзогенную (осадочные породы).

Магматическая порода. Под магматическими породами понимаются естественные ассоциации либо минералов, либо минералов и вулканического стекла, либо одного вулканического стекла, образовавшиеся в результате кристаллизации или застывания магматических расплавов.

Магматические породы и сложенные ими тела образуются в результате подъема магмы из магматического очага, ее внедрения на различные уровни земной коры и медленного остывания в виде глубинного (интрузивного, плутонического) тела, либо излияния (извержения) магмы (лавы) на земную поверхность (на континентах или на дне водных бассейнов – озер, морей, океанов) и относительно быстрого остывания с образованием излившегося (эффузивного, вулканического) тела.

Метаморфическая порода. Данный тип пород образуется в результате метаморфизма (преобразования, превращения) каких-либо исходных горных пород – осадочных или магматических. Главными факторами метаморфизма (метаморфических процессов) являются температура (Т), давление (Р), и химическая активность растворов. Существенное значение имеет состав исходных (первоначальных, материнских) пород.

В результате метаморфического процесса происходит распад исходных минералов и образование других, более устойчивых к новой обстановке минеральных ассоциаций. Иначе говоря, происходит перекристаллизация (частичная или полная) исходных породообразующих минералов, что, естественно, сопровождается нарушением пространственных взаимоотношений минералов в горной породе и возникновением новых текстур и структур.

Практическое значение изучения эндогенных пород и сложенных ими тел заключается, прежде всего, в том, что с горными породами определенного состава и генезиса связаны месторождения полезных ископаемых, а в последнее время и сами горные породы все в большей степени становятся объектами практического использования.

Лабораторные работы по «Петрографии» не могут охватить все вопросы программы, но основные разделы, имеющие прямое отношение к будущей практической работе геолога, являются главными объектами самостоятельного исследования студента.

К таким разделам относятся:

- 1) основы кристаллооптики породообразующих минералов под микроскопом;
- 2) макроскопическая характеристика и диагностика главных породообразующих минералов.

1 Основы кристаллооптики и диагностика породообразующих минералов под микроскопом

1.1 Лабораторная работа №1-2. Основы кристаллооптики

План

1. Обыкновенный и плоскополяризованный свет.
2. Плоскость поляризации.
3. Интерференция.
4. Обыкновенный луч.

5. Необыкновенный луч.
6. Двойное лучепреломление.
7. Изотропные и анизотропные минералы.

Самостоятельная аудиторная работа студента

Вид самостоятельной работы	Форма самостоятельной работы	Форма отчетности
Общая (единое задание для каждого студента)	Повторение лекционного материала	Устный опрос

Вопросы для опроса

1. Что такое поляризация света?
2. Что такое двойное лучепреломление?
3. Что означает частичное и полное поглощение света?
4. Что является плоскостью поляризации?
5. Что такое показатель преломления света?
6. Что такое интерференция световых волн?
7. Какой луч называется обыкновенным?
8. Какой луч называется необыкновенным?

Краткая информация.

Обыкновенный и плоскополяризованный свет. В обыкновенном луче световые колебания распространяются во всех направлениях, перпендикулярных к лучу, и скорость световых колебаний во всех направлениях одинакова. У плоскополяризованного луча колебания световых волн происходят только в одной плоскости, которая называется **плоскостью колебания**.

Плоскость, перпендикулярная к плоскости колебания, называется **плоскостью поляризации**.

Понятие поляризации света. Свет – это пучок частиц энергии фотонов. В данном курсе мы будем рассматривать свет только как электромагнитную волну. К области видимого света относятся электромагнитные колебания с длиной волны примерно от 380 нм до 780 нм. Белый свет представляет собой смесь световых колебаний всего спектра

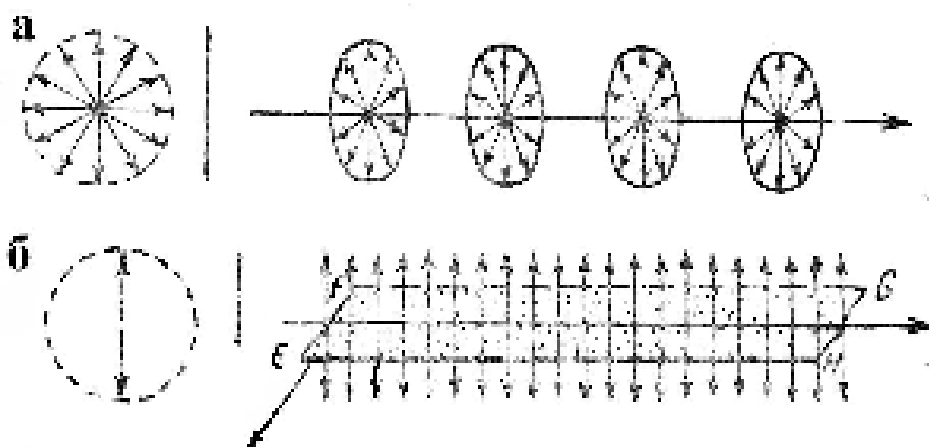


Рисунок 1 – Направления колебаний в естественном (а) и поляризованном лучах (б)
(по М.Ю.Шур.)

Свет какой-либо одной длины волны называется монохроматическим – т.е. окрашен в один определенный цвет.

Свет – поперечная волна, т.е. световые колебания, совершаются в плоскости, перпендикулярной направлению распространения светового луча.

В свете, испускаемыми раскаленными телами, колебания совершаются во всех направлениях данной плоскости с примерно одинаковой амплитудой, такой свет называют естественным (рассеянным). Если колебания совершаются только в одном направлении плоскости, перпендикулярной световому лучу (по другим направлениям такой свет называется линейно поляризованным).

По результатам опроса в журнал преподавателя выставляется оценка (отлично, хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно), согласно критериям оценивания, приведенных в ФОС по данной дисциплине.

Более полную информацию по данной теме можно найти в списке использованных источников [1].

1.2 Лабораторная работа № 3-4. Основные приемы работы с поляризационным микроскопом

План

1. Устройство поляризационного микроскопа.
2. Основные детали поляризационного микроскопа.
3. Принцип работы поляризационного микроскопа.
4. Поверки микроскопа.

Самостоятельная аудиторная работа студента

Вид самостоятельной работы	Форма самостоятельной работы	Форма отчетности
Общая (единое задание для каждого студента)	Выполнение заданий в соответствии с методическими указаниями	Устный опрос, проверка тетрадей

Задание 1.

1. Рассказать об устройстве поляризационного микроскопа.
2. Дать определение принципа работы поляризационного микроскопа.
3. Письменно перечислить основные составляющие правила работы с поляризационным микроскопом.

Студенты самостоятельно выполняют лабораторную работу, в ходе выполнения которой отвечают на вопросы.

Вопросы для опроса

1. Перечислить основные детали поляризационного микроскопа.
2. Какие проверки микроскопа необходимо произвести прежде, чем приступить к

исследованию минералов?

3. Как отцентрировать микроскоп?
4. Для какой цели используется зерно биотита в поверке микроскопа?
5. Что значит «николи скрещены»
6. Какую роль в поляризационном микроскопе играет поляризатор?
7. Какую роль в поляризационном микроскопе играет анализатор?
8. Почему микроскоп называется поляризационным?

Более полную информацию по данной теме можно найти в списке использованных источников [1].

Краткая информация.

Устройство поляризационного микроскопа

Поляризационный микроскоп предназначен для исследования прозрачных минералов в проходящем поляризованном свете и непрозрачных объектов в отраженном свете (в основном полированных образцов руд металлов).

Устройство поляризационных микроскопов, выпускаемых различными производителями, однотипно. Рассмотрим его на примере микроскопа «Альтами ПОЛАР 2» (рисунок 1.).



Рисунок 2 – Устройство поляризационного микроскопа «Альтами ПОЛАР 2»

Принцип работы поляризационного микроскопа

Принцип работы поляризационного микроскопа заключается в следующем.

Световой луч от источника света попадает в поляризатор и поляризуется. Далее, пройдя через конденсор, поляризованный луч попадает в шлиф минерала или горной породы и подвергается преобразованиям, характерным именно для исследуемого объекта. Выйдя из шлифа, луч, характеризующийся суммой оптических свойств поляризатора и объектом исследования, попадает через объектив в тубус микроскопа.

Для изучения оптических свойств минерала необходимо устранить оптические свойства поляризатора. Это достигается включением анализатора. В окуляр микроскопа и далее в глаз наблюдателя попадают только оптические свойства объекта исследования.

По результатам опроса и проверки тетрадей лабораторная работа считается выполненной и в журнал преподавателя выставляется оценка

(отлично, хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно), согласно критериям оценивания, приведенных в ФОС по данной дисциплине.

1.3 Лабораторная работа № 5-6. Оптическая индикатриса

План

1. Оптическая индикатриса:

- оптическая ось;
- оптическое сечение;
- круговое сечение;
- угол оптических осей;
- двойное лучепреломление;
- определение силы двупреломления;

2. оптически изотропные и анизотропные вещества:

- одноосные кристаллы;
- двуосные кристаллы.

Самостоятельная аудиторная работа студента

Вид самостоятельной работы	Форма самостоятельной работы	Форма отчетности
Общая (единое задание для каждого студента)	Написание конспекта	Сдача конспекта на проверку, совместное обсуждение.

Задание 1.

Проанализировать литературные источники, предложенные преподавателем, и составить конспект по следующим вопросам:

1. Что такое «оптическая индикатриса», перечислить основные элементы индикатрисы.

2. Индикатриса одноосного и двуосного минералов.

3. Что такое оптическая ось индикатрисы?

4. Что такое оптическое сечение индикатрисы?

5. Что означает круговое сечение?

6. Что такое угол оптических осей?

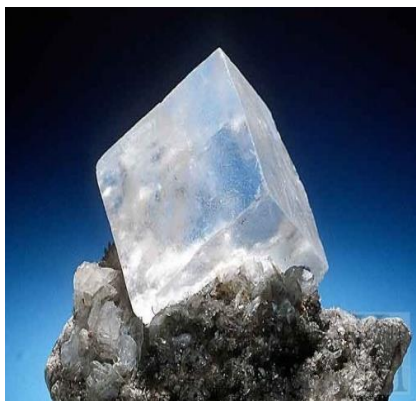
Более полную информацию по данной теме можно найти в списке использованных источников [1,2]

Краткая информация.

Индикатриса является пространственным изображением оптических свойств кристалла, в котором указаны два основных оптических свойства – показатель преломления и направление **светового колебания для одной и той же волны**.

Каждый радиус-вектор оптической индикатрисы выражает коэффициент преломления той волны, которая совершает свои колебания в направлении этого радиус-вектора (сама же волна распространяется в направлении, перпендикулярном к радиус-вектору).

Природные вещества делятся:



Анизотропные
(галит)



Изотропные
(кварц)

Для изотропных веществ оптическая индикатриса представляет собой шар: в этих веществах световые волны распространяются во все стороны с одинаковой

скоростью, а потому радиус-векторы, перпендикулярные к направлению распространения волн.

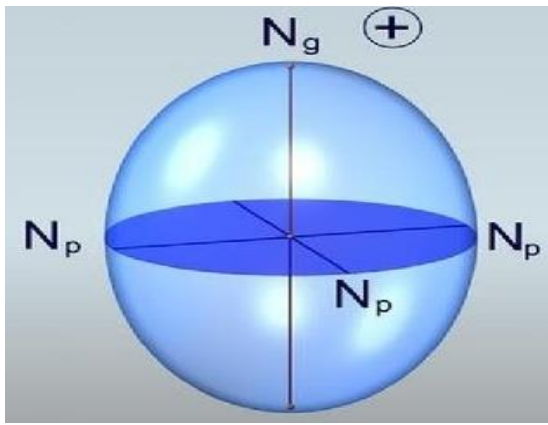
Анизотропные вещества обладают двупреломлением, т.е. луч света, входящий в такие вещества, раздваивается, и вновь образовавшиеся лучи колеблются в двух взаимно-перпендикулярных направлениях, распространяясь с различными скоростями

Оптическая индикатриса для кристаллов тригональной, тетрагональной и гексагональной сингонии, т.е. для веществ одноосных, представляет собой эллипсоид вращения. У этих кристаллов имеется одна особая ось высшего наименования, и ось эллипсоида вращения оптической индикатрисы, а перпендикулярное к этой единственной оптической оси сечения представляет собою единственное **круговое сечение** сфероида. Поэтому кристаллы эти называются оптически одноосными или просто **одноосными**.

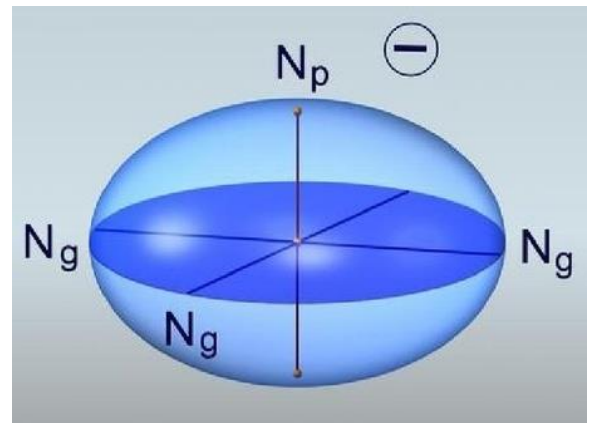
В одноосных кристаллах оптическая ось совпадает с осью вращения эллипсоида. Сечение, проходящее через оптическую ось, называется **главным оптическим сечением**. Таких сечений в одноосных кристаллах бесчисленное множество.

Для того, чтобы определить направление световых колебаний и показатели преломления кристалла в любом сечении, следует разрезать оптическую индикатрису плоскостью, перпендикулярной направлению лучу.

Во всех остальных направлениях образуются две плоскополяризованных волны — обыкновенная и необыкновенная. Обыкновенная волна имеет постоянный показатель преломления, необыкновенная — обладает непостоянным показателем преломления. Максимальная разница между показателями преломления обыкновенной N_o и необыкновенной N_e волны будет наблюдаться в разрезах, параллельных оптической оси, а минимальная в — разрезах изотропных (перпендикулярных оптической оси). В остальных разрезах она будет промежуточной. Таким образом, любое сечение, кроме кругового, в одноосном кристалле будет иметь форму эллипса.



а)

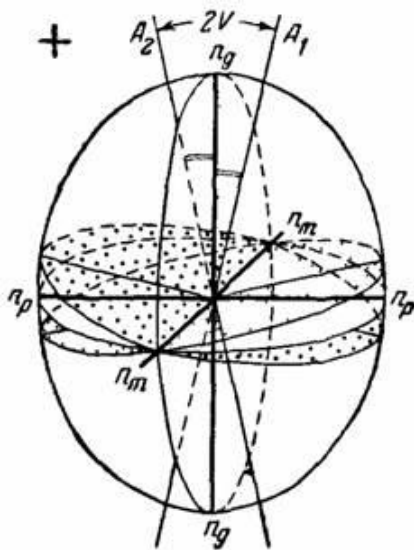


б)

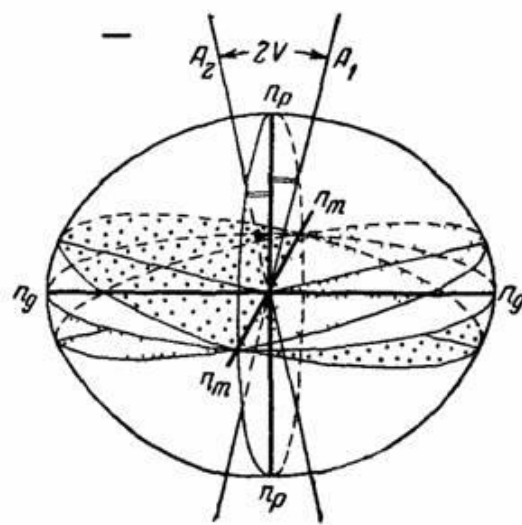
Рисунок 3 – Одноосная индикатриса оптически положительных (а) и оптически отрицательных (б) кристаллов

В оптически положительных $n_e > n_o$, т. е. $n_e = n_g$, а $n_o = n_p$, где n_g — обозначение наибольшего показателя преломления; n_p — наименьшего; эллипсоид будет вытянут по оси вращения. В оптически отрицательных $n_e < n_o$, т. е. $n_e = n_p$, а $n_o = n_g$, эллипсоид сплюснен по оси вращения*. Если показатели преломления луча обыкновенного и необыкновенного близки, то форма эллипсоида вращения приближается к форме шара, т.е. к индикатрисе изотропного вещества.

Разность между наибольшим и наименьшим показателем преломления кристалла $n_g - n_p$ ($n_e - n_o$ — для положительных и $n_o - n_e$ — для отрицательных) называется силой двойного лучепреломления.



а)



б)

Рисунок 4 – Оптически положительные (а) и оптически отрицательные (б)
двуосные кристаллы

В оптически двухосных кристаллах различают три главных сечения: $NgNp$, $NgNm$, $NmNp$. Максимальная разница в показателях преломления, возможная в данном кристалле, характеризующая собой силу двупреломления $Ng-Np$, будет наблюдаться в сечении $NgNp$.

$NgNp$ называется плоскостью **оптических осей**. Острый угол между оптическими осями называется **углом оптических осей $2v$** . В зависимости от того, какая из осей оптической индикатрисы (Ng или Np) является биссектрисой острого угла оптических осей, двухосные кристаллы разделяются на **оптически положительные** и **оптически отрицательные**.

У оптически положительных кристаллов Ng является биссектрисой острого угла, а у оптически отрицательных — Np .

В кристаллах низших сингоний положение оптической индикатрисы различно: в кристаллах ромбической сингонии оси оптической индикатрисы всегда совпадают с кристаллографическими осями; в кристаллах моноклинной сингоний с кристаллографической осью z обязательно совпадает одна из трех осей оптической индикатрисы (большой частью ось Nm).

Две другие оси оптической индикатрисы с остальными кристаллографическими осями не совпадают. Они образуют углы, величины которых являются константой для данного минерала. В кристаллах триклинной сингонии все кристаллографические оси в общем случае не совпадают с осями оптической индикатрисы, и положение ее носит случайный характер.

По результатам опроса и проверки конспекта лабораторная работа считается выполненной и в журнал преподавателя выставляется оценка (отлично, хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно), согласно критериям оценивания, приведенных в ФОС по данной дисциплине.

1.4 Лабораторная работа №7-8. Характеристика оптических свойств минералов

План

1. Степень прозрачности.
2. Окраска минералов.
3. Изучение форм зерен.

Самостоятельная аудиторная работа студента

Вид самостоятельной работы	Форма самостоятельной работы	Форма отчетности
Групповая	Работа в малых группах по определению констант минералов в шлифе, на рисунках.	Проверка тетрадей описание шлифа, сверка правильных ответов

Задание 1.

Описать шлиф. Определить следующие характеристики оптических свойств минералов при одном николе без использования анализатора:

1. Степень прозрачности;
2. Окраска минералов;
3. Изучение форм зерен;

Результаты данной работы каждым студентом фиксируется в тетради.

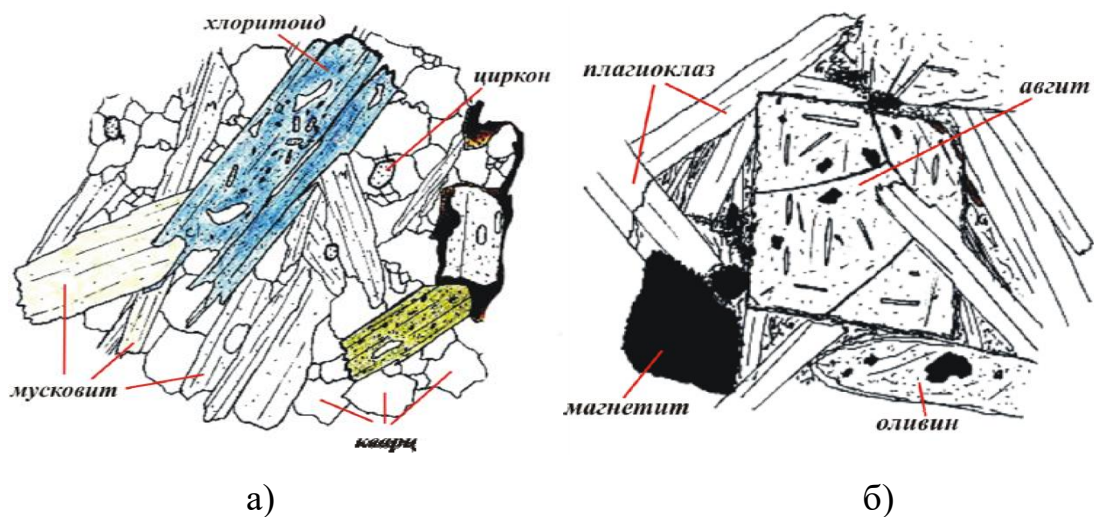


Рисунок 3 - Формы зерен минералов: а – гипидиоморфные формы зерен характерны для мусковита и хлоритоида; ксеноморфные зерна кварца и циркона; б – идиоморфный авгит, гипидиоморфный плагиоклаз, ксеноморфные выделения оливина и магнетита

Задание 2.

Опишите форму минералов, изображенных на рисунке (по степени идиоморфизма и изометричности).



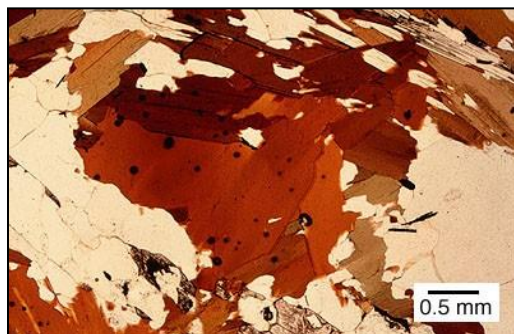
- 1 – кварц
- 2 – апатит
- 3 – плагиоклаз

- 1 – роговая обманка
- 2 – кварц
- 3 – плагиоклаз

- 1 – кварц
- 2 – сфен
- 3 – мусковит
- 4 – плагиоклаз

Задание 3.

Какой из известных вам минералов соответствует следующим характеристикам: бесцветный, прямое погасание? (а или б) Какой Вы бы сделали вывод по окончании лабораторной работы?



а)



б)

По результатам сверки полученных ответов в тетради, лабораторная работа считается выполненной и в журнал преподавателя выставляется оценка (отлично, хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно), согласно критериям оценивания, приведенных в ФОС по данной дисциплине.

1.5 Лабораторная работа №9-10. Изучение спайности и плеохроизма

План

1. Спайность;
 - Степени совершенства спайности;
 - Определение спайности путем измерения угла;
2. Исследование плеохроизма.
3. Виды плеохроизма.

Самостоятельная аудиторная работа студента

Вид самостоятельной работы	Форма самостоятельной работы	Форма отчетности
----------------------------	------------------------------	------------------

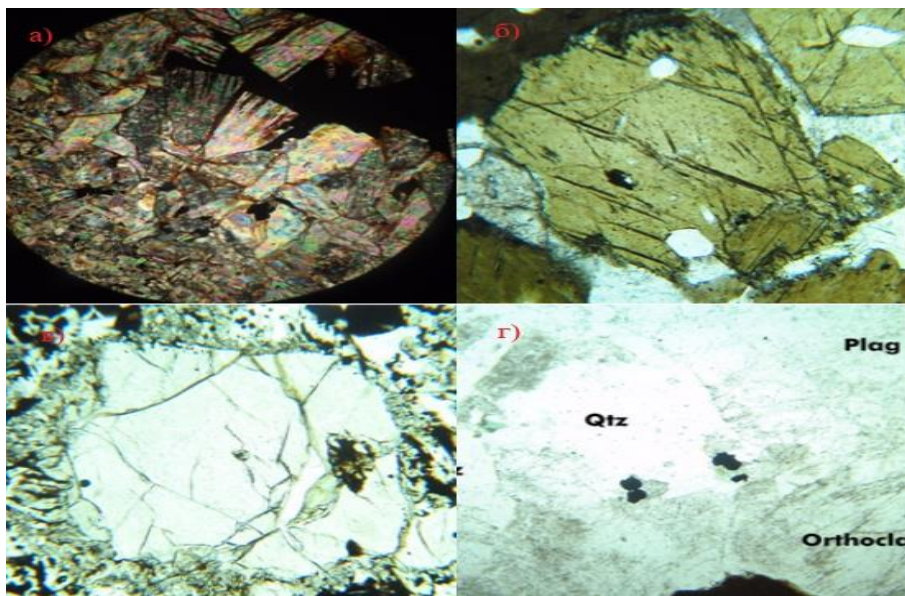
Общая (единое задание для каждого студента)	Повторение лекционного материала	Устный опрос
Групповая	Работа в малых группах по определению спайности и исследованию плеохроизма в шлифах.	Сверка полученных результатов

Задание 1.

Определить в шлифах оптические свойства: спайность, плеохроизм.

Задание 2.

Определить степень совершенства спайности по приведенному ниже рисунку (а, б, в, г)



Задание 3.

Определить какой из рисунков (а, б) приведенных ниже, отображает плеохроизм биотита при параллельном направлении световых волн.



а)

б)

Вопросы для опроса

1. Что такое спайность?
2. Что такое угол спайности?
3. Где и когда возникает угол спайности?
4. Объясните, что происходит при наличии пересекающейся спайности?
5. Какой ход работы нужно выполнить?
6. Какие существуют степени совершенства спайности?
7. В чем различие спайности кварца и роговой обманки?
8. Для чего изучается плеохроизм?

Краткая информация.

Спайность – способность минерала раскалываться по определенным направлениям. При изучении спайности отмечается степень ее совершенства.

Спайность весьма совершенная проявляется в виде тонких прямолинейных трещин, протягивающихся через весь минерал (слюды, карбонаты).

Спайность совершенная характеризуется более грубыми прерывистыми трещинами, не всегда прямолинейными (полевые шпаты, роговая обманка, пироксены).

Спайность несовершенная проявляется в виде коротких редких трещинок (оливин).

В некоторых минерал спайность несовершенная или совершенно отсутствует (кварц, апатит, гранаты).

Для исследования **плеохроизма** выбирается зерно с наивысшей интерференционной окраской и определяется положение осей индикатрисы.

Вначале вращением столика микроскопа поочередно совмещаются оси Ng и Np с плоскостью колебаний поляризатора. Причем оба раза при выключенном анализаторе наблюдается собственная окраска минерала.

Плеохроизм происходит в результате различного поглощения света в кристалле в разных направлениях.

Различают 3 типа плеохроизма:

1. Изменяется интенсивность окраски. Например, у биотита с тёмно-коричневого до светло-коричневого.
2. Изменяется цвет минерала. Например, с коричневого на зелёный.
3. Изменяется и цвет, и интенсивность одновременно. Например, с тёмно-зелёного до светло-коричневого.

По результатам опроса и сверки, полученных данных лабораторная работа считается выполненной и в журнал преподавателя выставляет оценка (отлично, хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно), согласно критериям оценивания, приведенных в ФОС по данной дисциплине

1.6 Лабораторная работа №11-12. Рельеф, шагреневая поверхность в шлифах, показатель преломления, полоска Бекке

План

1. Рельеф, основные виды рельефа;
2. Шагреневая поверхность.
3. Принцип распознавания полоске Бекке.

Самостоятельная аудиторная работа студента

Вид самостоятельной работы	Форма самостоятельной работы	Форма отчетности
Общая (единое задание для каждого студента)	Подготовка к лабораторным работам	Текстовый отчет
Групповая	Работа в малых группах по изучению рельефа и шагреновой поверхности в шлифах.	Сверка полученных результатов в шлифах, тестов.

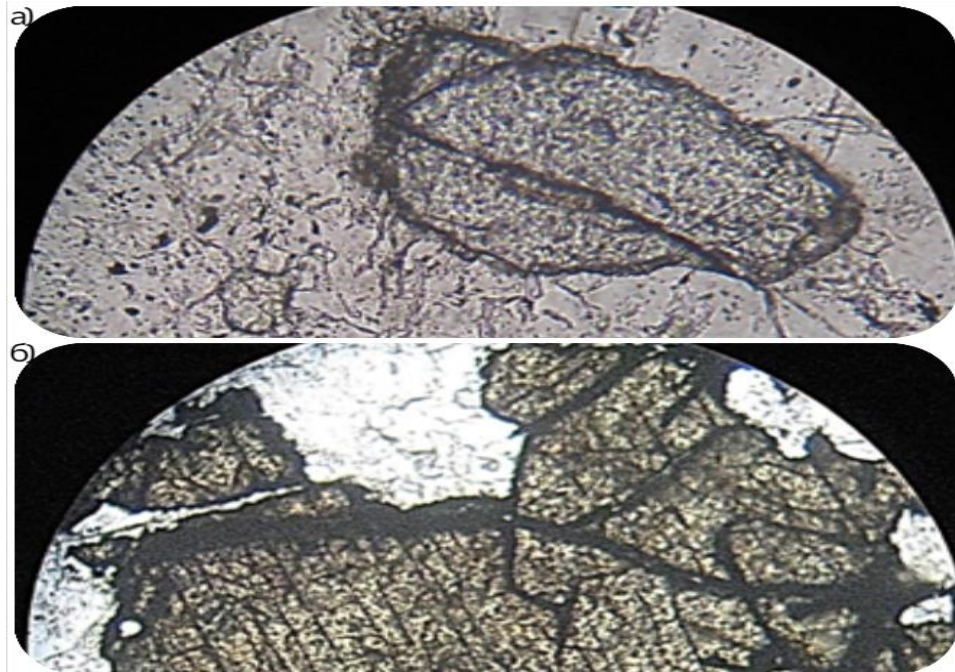
Задание 1.

Определить характер рельефа у минерала (а), у минерала (б) по рисунку:



Задание 2.

На рисунке, приведенному ниже дана шагреновая поверхность минералов шеелита (а) и сфалерита (б). Определить у какого из минералов выше показатель преломления.



Задание 3.

Как различить на рисунке приведенному ниже (а,б) появление световой полоске Бекке: полоска на границе минерала и канадского бальзама полоска на стыке двух минералов.

Контрольные вопросы

1. Для чего исследуется рельеф? Перечислить виды рельефа с примерами.
2. Как определить шагреновую поверхность?
3. Назовите минералы, обладающие рельефом, шагреновой поверхностью?
4. В чем заключается зависимость рельефа от показателя преломления?

Краткая информация.

Минерал с большим показателем кажется, как бы выдающимся, выступающим над окружающими минералами. Это явление называется рельеф минерала. В зависимости от рельефа и показателей преломления минералы делятся на несколько групп.

Рельеф отрицательный:

1) показатель преломления меньше 1,54. Минералы: опал, халцедон, кальцит, лейцит, альбит, ортоклаз, микроклин;

Рельеф нулевой:

1) показатель преломления $\sim 1,54$ -Минералы: нефелин, кварц, олигоклаз, кордиерит.

Рельеф положительный:

1) показатель преломления 1,56-1,60. Минералы: андезин, мусковит, биотит;

2) показатель преломления 1,61-1,65. Минералы: андалузит, апатит, турмалин, роговая обманка;

3) показатель преломления 1,66-1,70. Минералы: оливин, ромбические пироксены, диопсид, кальцит;

4) показатель преломления 1,71-1,78. Минералы: эпидот, авгит, гранат;

5) показатель преломления больше 1,78. Минералы: сфен, циркон, рутил.

В шлифе все минералы покрыты снизу и сверху канадским бальзамом, имеющим показатель преломления 1,537. Но поверхность самой пластинки горной породы или минерала не идеальна. Она покрыта мельчайшими бороздками, полученными в процессе шлифования и изготовления шлифа. Если показатели преломления канадского бальзама и минерала разные, то на границе между ними происходит отклонение лучей вследствие явлений преломления и полного внутреннего отражения. Эти явления будут тем более выражены, чем больше разница между показателями преломления и более взаимно параллельны лучи, которые проходят через препарат.

Для достижения этого эффекта либо опускается осветительная система с помощью кремальеры, либо зажимается ирисовая диафрагма под столиком микроскопом. Этим создается эффект «центрального освещения».

В результате не все лучи попадают в глаз исследователя и, если показатели преломления минерала и бальзама существенно разнятся, поверхность минерала кажется покрытой массой точек, сливающихся в тонкие морщинки. Появляется заметная шероховатость поверхности минерала, которая называется шагреновой поверхностью.

Показатель преломления, полоска Бекке

Самым точным методом определения показателя преломления является иммерсионный метод, основанный на сравнении показателя преломления минерала при погружении его в жидкость с известным показанием преломления.

При исследовании минерала в шлифе его показатель преломления определяется путем сравнения с показателем преломления канадского бальзама, близкого к 1,540.

Показатель преломления в шлифах определяется путем наблюдения ограничений, световой полоски Бекке и дисперсионного эффекта, рельефа, характера поверхности.

Для определения показателя преломления необходимо выполнять следующие условия:

- 1) постепенно прикрывать ирис-диафрагму до получения более отчетливого изображения;
- 2) опустить осветительное устройство вниз;
- 3) для получения более точного результата следует сменить объектив на более сильный. Это производится в том случае, если выполнение первых двух условий не дает должного эффекта.

Световая полоска Бекке наблюдается на границе канадского бальзама с минералом или на границе двух минералов. Полоска применяется для сравнения показателей преломления соприкасающихся в шлифе минералов и с показателем канадского бальзама. Основан на том, что на границе между двумя минералами даже при незначительной разнице в показателях преломления при перемещении тубуса

микроскопа наблюдается появление тонкой белой полоски (линии Бекке), которая при поднятии тубуса микроскопа перемещается в сторону минерала с большим показателем преломления.

Появление этой линии объясняется тем, что часть лучей, падая под углом на границу между двумя минералами и встречая минерал с меньшим показателем преломления, испытывает полное внутреннее отражение. При этом большее количество лучей собирается над минералом с большим показателем преломления и здесь образуется белая полоска (линия) Бекке.

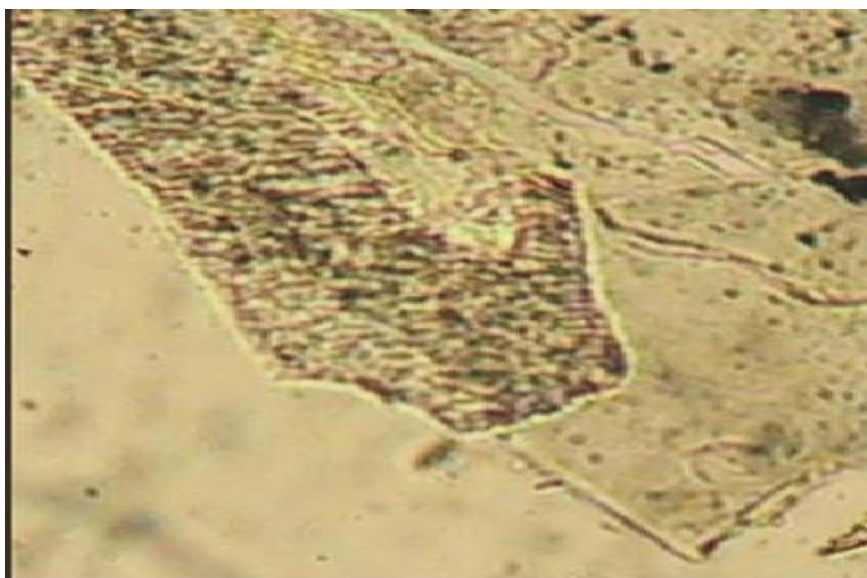


Рисунок 5 – Полоска Бекке между калиевым полевым шпатом и кварцем

Самостоятельная аудиторная работа студента

Вид самостоятельной работы	Форма самостоятельной работы	Форма отчетности
Общая (единое задание для каждого студента)	Составление конспекта	Проверка тетрадей, опрос
Индивидуальная	Работа с микроскопом по определению полоске Бекке	Сверка полученных результатов

Контрольные вопросы

1. Что такое показатель преломления?
2. Чему равен показатель преломления канадского бальзама?
3. Опишите ход определения показателя преломления.
4. Где наблюдается полоска Бекке?
5. Что происходит с полоской Бекке при увеличении или уменьшении расстояния между препаратом и объективом?
6. С какими минералами труднее всего определить полоску Бекке?

Более полную информацию по данной теме можно найти в списке использованных источников [1,2,3]

По результатам сверки тестов полученных ответов в тетради, по устному опросу, сверки полученных результатов, лабораторная работа считается выполненной и в журнал преподавателя выставляется оценка (отлично, хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно), согласно критериям оценивания, приведенных в ФОС по данной дисциплине.

1.7 Лабораторная работа № 13-14. Определение угла погасания. Определения плагиоклазов

План

1. Погасание кристалла.
2. Прямое угасание.
3. Косое угасание.
4. Определение плагиоклазов.

Самостоятельная аудиторная работа студента

Вид самостоятельной работы	Форма самостоятельной работы	Форма отчетности
Общая (единое задание для каждого студента)	Подготовка к лабораторным работам	Текстовый отчет

Индивидуальная	Работа с микроскопом по определению угла погасания в шлифах.	Сверка полученных результатов
----------------	--	-------------------------------

Задание: (индивидуально-творческое)-диагностика шлифов, предложенных преподавателем (по вариантам).

Контрольные вопросы

1. Как определить угол погасания минерала в шлифе?
2. Как определить угол спайности?
3. Есть ли различие м/д оптическими свойствами: спайность и погасание?

Более полную информацию по данной теме можно найти в списке использованных источников.

Краткая информация.

Порядок определения угла погасания.

1. Выбрать зерно с наивысшей интерференционной окраской для данного минерала. Поставить зерно на крест нитей.

2. Поворотом столика микроскопа установить параллельно вертикальной нити окуляра какой-либо кристаллографический элемент, заметный в зерне (спайность, удлинение). Включить анализатор и определить характер погасания минерала:

3. Если зерно темное, то минерал обладает прямым погасанием, т. к. его кристаллографические и кристаллооптические оси совпадают (угол погасания = 0°);

4. Если зерно имеет интерференционную окраску, то минерал обладает косым погасанием; при положении спайности параллельно вертикальной оси взять отсчет по лимбу столика микроскопа;

5. При включенном анализаторе повернуть столик микроскопа до наступления погасания данного зерна (столик микроскопа обычно поворачивают в сторону меньшего угла погасания). Взять второй отсчет по лимбу микроскопа;

6. Разность отсчетов – угол погасания минерала.

Самостоятельная аудиторная работа студента

Вид самостоятельной работы	Форма самостоятельной работы	Форма отчетности
Общая (единое задание для каждого студента)	Лекционный материал	Опрос
Групповая	Работа в малых группах по определению плагиоклазов в шлифе.	Сверка полученных результатов. Правильный ответ у преподавателя.

Задание 1.

Воспроизвести по памяти лекционный материал, термины, основные понятия, воспользоваться краткой информацией в методичке, перечислить и определить плагиоклазы в шлифах.

Задание 2.

Просмотреть иллюстрированные рисунки, приведенные ниже (1-2), (3-4), (5-6) применить знания, полученные ранее, используя диаграмму, дать определение плагиоклазам.

Более полную информацию по данной теме можно найти в списке использованной литературы.

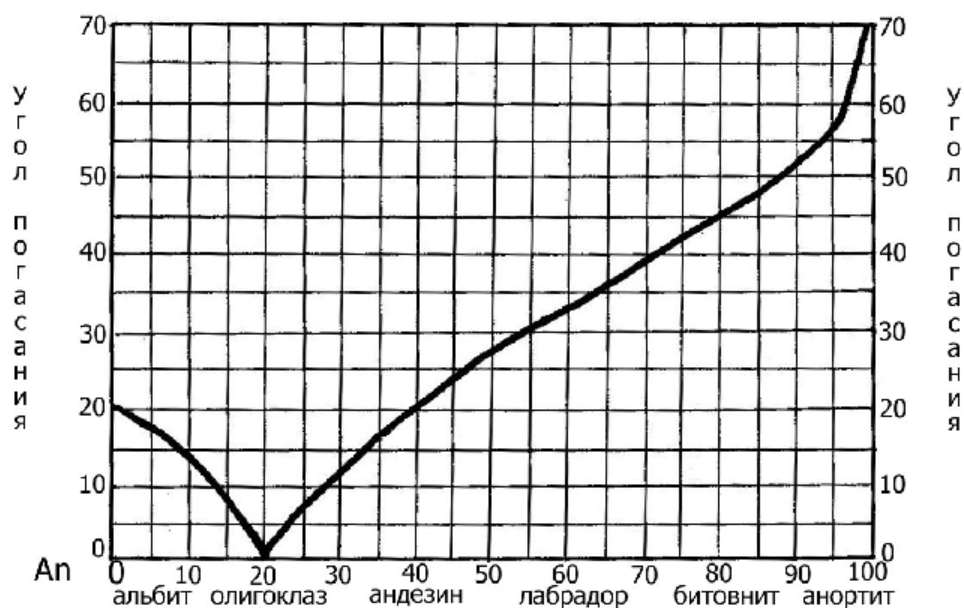


Рисунок 6 – Диаграмма Мишель-Леви

Краткая информация.

Плагиоклазы – это изоморфные смеси кислого натриевого (альбит) и основного кальциевого (анортит) членов непрерывного ряда в различных пропорциях, отраженных в номерах плагиоклазов. Макроскопически это таблитчатые или бесформных очертаний зерна различных размеров белого или кремого цвета.

Таблица 1 – Ряды плагиоклазов

Таблица минералов изоморфного ряда плагиоклазов			
Минералы	Содержание, %		Кислотность (по содержанию оксида кремния)
	Na[AlSi ₃ O ₈]	Ca[Al ₂ Si ₂ O ₈]	
Альбит	100-90	0-10	Кислые
Олигоклаз	90-70	10-30	
Андезин	70-50	30-50	Средние
Лабрадор	50-30	50-70	
Битовнит	30-10	70-90	Основные

Анортит	10-0	90-100	
---------	------	--------	--

В шлифе бесцветные, прозрачные. Интерференционная окраска белая, серая. Главное отличие от калиевых полевых шпатов – наличие полисинтетических двойников в виде параллельных черных и белых полос со взаимно-параллельными границами.

Чтобы определить номер плагиоклаза мы, пользуемся методом установления максимального угла симметричного погасания двойников. Для этого выполняются следующие действия:

1. Выбираем зерно плагиоклаза, с симметричным погасанием двойников и с наиболее четкими и тонкими двойниковыми швами; устанавливаем его в центр поля зрения.

2. Поворотом столика совмещаем двойниковый шов с вертикальной нитью окуляра, при этом смежные двойники окрашиваются в одинаковый цвет интерференции.

3. Поворачиваем зерно сначала в одну сторону до полного погасания одного из двойников, а затем в другую – до погасания другого двойника; и в первом, и во втором случаях снимаем отсчет по лимбу столика.

4. Разницу отсчетов по лимбу делим пополам и записываем угол погасания N_p' :

5. Угол погасания измеряют не менее чем в пяти зернах и по наибольшему углу погасания определяют номер плагиоклаза с помощью диаграммы, на которой по вертикальной оси отложены измеряемые углы, а по горизонтальной – номер плагиоклаза.

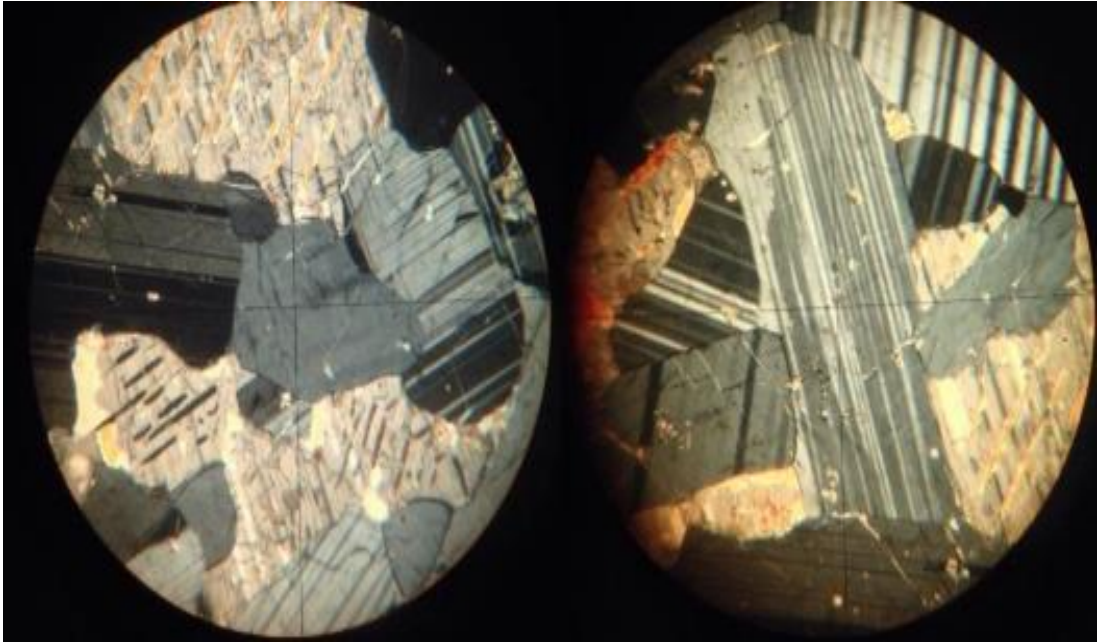


Рисунок 7 - Общий вид плагиоклаза под микроскопом

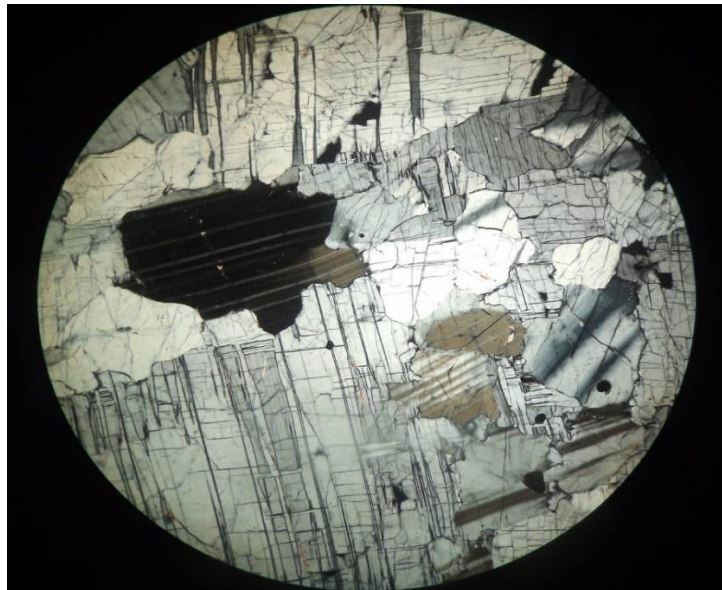


Рисунок 8 – В шлифе разнозернистая порода, состоящая из плагиоклаза. По симметричному углу погасания плагиоклаз соответствует олигоклазу и андезин-лабрадору

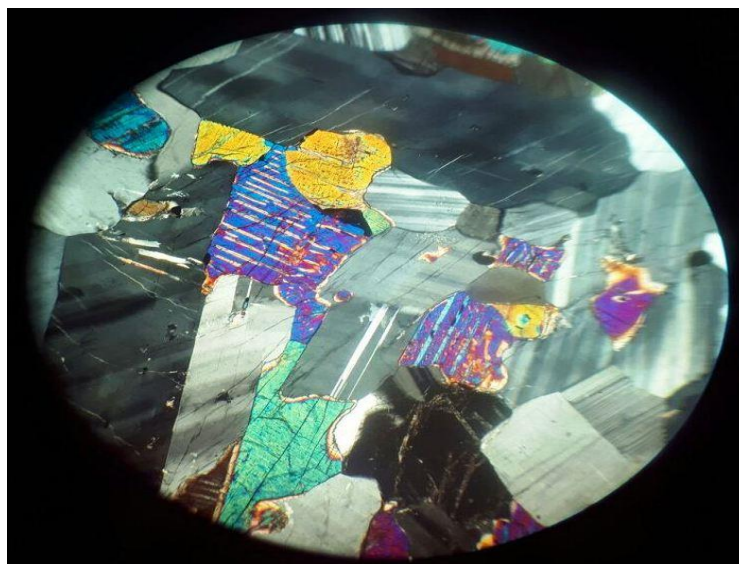


Рисунок 9 – Иризирующие голубоватым, синим и золотистым цветом олигоклаз и лабрадор

Контрольные вопросы

1. Дайте определение плагиоклазам.
2. В чем проявляется разница кислых и основных плагиоклазов?
3. Для какого плагиоклаза характерна яркая иризация?
4. Опишите ход определения номера плагиоклаза.
5. Как бы вы оценили результаты своего труда?
6. Оцените знания по выполненной работе своего сокурсника?

По результатам текстового отчета в тетрадях, сверки полученных результатов, лабораторная работа считается выполненной и в журнал преподавателя выставляется оценка (отлично, хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно), согласно критериям оценивания, приведенных в ФОС по данной дисциплине.

2 Макроскопическая характеристика и диагностика главных породообразующих минералов

2.1 Лабораторная работа №15-16. Важнейшие породообразующие минералы

План

1. Минералы светлые.
2. Минералы цветные.
3. Акцессорные минералы.
4. Вторичные минералы

Самостоятельная аудиторная работа студента

Вид самостоятельной работы	Форма самостоятельной работы	Форма отчетности
Общая (единое задание для каждого студента)	Повторение лекционного материала	Устный опрос
Групповая	Работа в малых группах по изучению породообразующих минералов	Устный опрос
Индивидуальная	Подготовка конспекта по минералам.	Текстовый отчет

Задание: с помощью бинокулярного микроскопа диагностировать магматическую породу и определить минеральный состав.

Краткая информация.

Поскольку главными породообразующими минералами магматических пород являются минералы ряда Боуэна, то следует запомнить основные **макроскопические** признаки этих минералов.

1. Оливин – цвет оливково-зеленый или бурый; блеск стеклянный; спайность средняя; кристаллы редки – чаще зерна.

2. Авгит – цвет зеленый, бурый или черный; блеск стеклянный; спайность совершенная; кристаллы призматические короткостолбчатые с квадратным поперечным сечением.

3. Плагноклазы – цвет белый, светло- или темно-серый, холодных тонов (синего, зеленого); блеск стеклянный; спайность средняя; кристаллы крупные таблитчатые. Лабрадор обладает иризацией сине-зеленых тонов.

4. Роговая обманка – цвет темно-зеленый до черного; блеск шелковистый; спайность совершенная; кристаллы столбчатые, игольчатые.

5. Биотит – цвет черный, темно-бурый; блеск очень яркий, перламутровый, стеклянный; спайность весьма совершенная; кристаллы пластинчатые, таблитчатые.

6. Ортоклазы – цвет теплых тонов белого, серого, кремовый, розовый, красный (у амазонита – ярко-зеленый); блеск стеклянный; спайность совершенная. Ортоклазы присущи только кислым и средним породам.

7. Мусковит – бесцветный или светло-серый прозрачный; блеск очень яркий, перламутровый, стеклянный; спайность весьма совершенная; кристаллы пластинчатые, таблитчатые.

8. Кварц – прозрачные кристаллы бесцветные, молочные, розовые, черные; блеск жирный, яркий (если кристаллы не трещиноваты); спайность несовершенная. Кварца всегда много в породах кислых; иногда он содержится в породах средних; никогда не встречается в основных и ультраосновных.

Минералогический состав магматических пород зависит от химического состава исходного расплава. Последний, в свою очередь, определяется процессами дифференциации магмы.

В связи с этим исключительно важно помнить реакционный ряд Боуэна, отражающий последовательность кристаллизации минералов из магмы: первыми кристаллизуются самые тугоплавкие минералы, а затем все более легкоплавкие. Таким образом, любая магматическая порода состоит преимущественно из тех минералов, которые кристаллизуются при близких показателях температуры.

Контрольные вопросы

1. Что такое породообразующие минералы?
2. Приведите примеры цветных минералов.
3. Чем отличаются амфиболы от пироксенов?

4. Как определить биотит в штуфе?
5. В чем особенность аксессуарных минералов (примеры)?

Самостоятельная внеаудиторная работа студента

Вид самостоятельной работы	Форма самостоятельной работы	Форма отчетности
Общая (единое задание для каждого студента)	Повторение лекционного материала	Устный опрос
Индивидуальная	Подготовка контрольной работы по породообразующим минералам. Вторичные минералы)	Защита контрольной работы.

Задание 1 Темы контрольных работ по вариантам.

Для достижения поставленных целей перед студентом, он должен: самостоятельно изучить теоретический материал дисциплины с использованием *Internet*-ресурсов, методических разработок, специальной учебной и научной литературы. Проработка конспекта лекций, учебников, подготовка по форме отчетности.

Контроль за внеаудиторной работой студента осуществляется преподавателем, ведущим лабораторные занятия:

- оценка ответов на летучки.
- выполнение итоговой контрольной работы.
- оценка.

По результатам опроса, защиты контрольной работы и освоение содержания конспекта, в журнал преподавателя выставляется оценка (отлично,

хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно), согласно критериям оценивания, приведенных в ФОС.

Список использованных источников

1. Дубинин, В.С. Петрография и Петрология: учебное пособие по курсу «Петрография магматических и метаморфических пород, Петрология»/ В.С.Дубинин, И.В. Куделина. - Оренбург: ИПК ГОУ ОГУ, 2009. -195с. Издание на др. носителе [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/2687_20110926.pdf

2.Галянина Н.П. Геология с основами геоморфологии: учебное пособие для обучающихся по образовательным программам высшего образования по

направлению подготовки 05.03.02 География, по специальности 21.05.02 Прикладная геология / Н.П. Галянина, Е.Г. Щеглова, А.С. Степанов; М-во образования и науки Рос. Федерации, Фед. гос. бюджет., образоват. Учреждение высш. образования «Оренбургский гос. ун-т». – Электрон. Текстовые дан. (1 файл:2.49 Мб).- Оренбург: ОГУ, 2018.- 129с.- Заг. С тит экрана. - AdobeAcrobatReader 6.0 Электронный источник http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/66875_20180530.pdf

3. Дубинин В.С. Породообразующие минералы под микроскопом: методические указания к лабораторному практикуму по курсу:» Петрография магматических и метаморфических пород. Петрология» / В.С.Дубинин, Н.В. Черных. - Оренбург: ГОУ ОГУ, 2011 – 106с. Издание на др. носителе [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/3_20110609.pdf

Дополнительная литература

1. Петрохимический анализ магматических горных пород: учеб.пособие для студентов, обучающихся по программам высш. проф. образования по специальности 103301 "Геол. съемка, поиски и разведка месторождений полез. ископаемых" / В. С. Дубинин [и др.]; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. агентство по образованию, Гос. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург.гос. ун-т", Каф. геологии. - Оренбург: ГОУ ОГУ, 2008. – 154с.

2. Даминова, А.М. Породообразующие минералы. М.:Высшая школа, 1974 – 85с.<http://www.geokniga.org/bookfiles/geokniga-petrograficheskoe-issledovanie-magmaticeskih-gornyh-porod.pdf>

3. Шур, М.Ю. Петрография: Руководство к практическим занятиям, Учебное пособие.- М.: Изд-во МГУ, 2005.-99 с. <http://wiki.web.ru/images/5/5d/ShurMYu.pdf>

4. Маракушев, А.А. Петрография/ А.А. Маракушев – М.: Изд-во МГУ, 1993. – 320с.

5. Петрография и петрология магматических, метаморфических и метасоматических горных пород: учебник/М.А. Афанасьева, Н.Ю. Бардина, О.А. Богатики и др.; Под ред. В.С. Попова и О.А. Богатикова. – М.: Логос, 2001. – 768с.

6. Марин, Ю.Б. Петрография: учебник / Ю. Б. Марин ; М-во образования и науки Российской Федерации, Федеральное гос. бюджетное образовательное учреждение высш. проф. образования Нац. минерально-сырьевой ун-т "Горный". - 2-е изд., испр. - Санкт-Петербург: Нац. минерально-сырьевой ун-т "Горный", 2015. - 408 с. – Режим доступа: ISBN 978-5-94211-742-9
<https://search.rsl.ru/ru/record/01008128107>