

**БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
Кафедра динамической геологии**

---

**Л. В. ШТЕФАН**

**ЛАБОРАТОРНЫЙ  
ПРАКТИКУМ  
ПО КРИСТАЛЛООПТИКЕ  
И ПЕТРОГРАФИИ**

Для студентов  
специальности 1-51 01 01  
«Геология и разведка месторождений  
полезных ископаемых»

---

**МИНСК**

**2005**

УДК 552.3 + 552.4(075.8)

ББК 26.31я73

Ш 90

Рекомендовано Ученым советом  
географического факультета  
28 октября 2005 г., протокол № 3

Рецензенты:

доктор геолого-минералогических наук,  
профессор Э. А. *Высоцкий*;  
кандидат геолого-минералогических наук  
*И. В. Найденов*

**Штефан, Л. В.**

Ш 90      Лабораторный практикум по кристаллооптике и петрографии  
для студентов специальности 1-51 01 01 «Геология и разведка ме-  
сторождений полезных ископаемых» / Л. В. Штефан. – Мн. : БГУ,  
2005. – 47 с.

Лабораторный практикум по кристаллооптике и петрографии – это методи-  
ческое пособие для проведения лабораторных и контролируемых самостоятель-  
ных работ по основным геологическим дисциплинам: «Основам кристаллоопти-  
ки», «Петрографии магматических пород», «Петрографии метаморфических по-  
род». В пособии указаны все темы, согласно рабочей программе для каждой из  
изучаемых дисциплин, приведены задания и даны методические рекомендации по  
их выполнению.

Для студентов геологических специальностей БГУ.

УДК 552.3 + 552.4(075.8)

ББК 26.31я73

© Штефан, Л. В., 2005

© БГУ, 2005

## ПРЕДИСЛОВИЕ

В лабораторном практикуме по кристаллооптике и петрографии представлены темы, приведены задания и даны методические рекомендации по их выполнению, указаны критерии контроля и оценки выполненных заданий. Практикум состоит из четырех частей, представляющих практические блоки соответствующих дисциплин, читаемых на 2 и 3 курсах геологических специальностей вузов: «Основы кристаллооптики», «Петрография магматических пород», «Петрография метаморфических пород».

Лабораторные и контролируемые самостоятельные работы по кристаллооптике проводятся на 2 и 3 курсе. Целью лабораторных работ на втором курсе является освоение теоретической и практической части дисциплины: изучение устройства микроскопа, приобретение навыков работы на нем, овладение методами оптической диагностики минералов. На контролируемых самостоятельных работах студенты демонстрируют умение работать на поляризационном микроскопе и определять основные оптические свойства минералов. Целью лабораторных работ по кристаллооптике на третьем курсе является изучение оптических свойств породообразующих минералов. После окончания курса студенты должны уметь при помощи поляризационного микроскопа определять основные минералы горных пород, используя оптические свойства этих минералов.

Основная цель лабораторных работ по петрографии магматических и метаморфических пород на третьем курсе – это умение макро-, и микроскопически определять горные породы, используя знания об их минеральном составе и структурно-текстурных особенностях. На контролируемых самостоятельных работах студенты демонстрируют умение макроскопически определять горные породы и грамотно описывать соответствующие шлифы. Изучая шлифы, студенты должны научиться видеть за набором отдельных минералов горную породу и судить о процессах метаморфических изменений произошедших с ней.

После окончания курсов петрографии студенты должны уметь визуально и микроскопически определять магматические и метаморфические горные породы, используя знания о структурно-текстурных признаках и минеральном составе. Знать классификацию и номенклатуру магматических, метаморфических пород, разбираться в метаморфических процессах.

## ОСНОВЫ КРИСТАЛЛООПТИКИ, Ч. 1

Дисциплина читается на 2 курсе, в 4 семестре (зачет). Рабочий план (в часах): всего – 30, из них: 12 лекций, 12 лабораторных (группа разделяется на две подгруппы), 6 КСР, 7 коллоквиумов.

Последовательность проведения лабораторных, контрольных и самостоятельных работ следующая: лабораторные работы № 1, № 2, № 3, № 4; КСР № 1; лабораторные работы № 5, № 6; КСР № 2, № 3.

### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

(2 учебных часа)

**Тема работы:** *Устройство и подготовка к работе поляризационного микроскопа.*

**Цель работы:** изучить устройство поляризационного микроскопа, научиться готовить микроскоп к работе.

**Необходимые материалы и приборы.** Поляризационный микроскоп, шлиф гранита, руководство по эксплуатации поляризационного микроскопа, учебное пособие «Основы кристаллооптики», тетрадь, карандаш, ручка.

**Ход работы.** Прослушайте инструктаж по технике безопасности. Ознакомьтесь с руководством по эксплуатации поляризационного микроскопа. Изучите устройство микроскопа, пользуясь информацией, полученной из руководства по эксплуатации. Зарисуйте схематично в тетради микроскоп, и укажите его составные части. Кратко запишите назначение основных частей микроскопа. Особо обратите внимание на такие важные детали микроскопа как анализатор и поляризатор, объективы и окуляры (выясните их увеличение, апертуру, фокусное расстояние).

Научитесь регулировать освещение и производить настройку микроскопа на резкость. Выясните, в каких случаях используют микрометрический, а в каких – винт грубой настройки. Научитесь центрировать объективы. Все действия и последовательность работы запишите в тетрадь.

**Ожидаемый результат:** изучить устройство микроскопа и подготовку его к работе. **Форма контроля знаний:** проверка тетрадей. Оценка за выполненную работу производится по трехбалльной шкале.

### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

(2 учебных часа)

**Тема работы:** *Основные поверки микроскопа.*

**Цель работы:** научиться готовить микроскоп к работе и производить основные его поверки.

**Необходимые материалы и приборы.** Поляризационный микроскоп, шлиф биотитового гранита, руководство по эксплуатации поляризационного микроскопа, учебное пособие «Основы кристаллооптики», тетрадь для лабораторных работ, карандаш, ручка.

**Ход работы.** Используя пособие по кристаллооптике, изучите основные проверки микроскопа. Выполните *первую проверку*: проверьте взаимную перпендикулярность (скрещенность) николей поляризационного микроскопа. Запишите определение скрещенности николей микроскопа.

Выполните *вторую проверку*: отцентрируйте рабочий объектив (и проверьте центрировку рабочих объективов микроскопа).

Выполните *третью проверку*: произведите фокусировку объектива (на произвольно выбранное зерно биотита в шлифе гранита).

Выполните *четвертую проверку*: определите направления колебаний Ng и Nr в микроскопе. Определение производите по ранее выбранному зерну биотита. Ход работы запишите и схематично зарисуйте.

Выпишите в тетрадь из руководства по эксплуатации поляризационного микроскопа формулу расчета общего увеличения микроскопа и формулу определения диаметра поля зрения. Рассчитайте диаметр поля зрения своего микроскопа (в мм) при объективах  $\times 2,5$ ;  $\times 9$ ;  $\times 10$ ;  $\times 25$ ;  $\times 40$ ;  $\times 60$  и окулярах  $\times 10$ . Используя шлиф гранита, научитесь определять размеры минеральных зерен при разном увеличении (используя знание размера диаметра поля зрения). Зарисуйте зерна при разном увеличении и сделайте соответствующие пояснения.

**Ожидаемый результат:** закрепить умение готовить микроскоп к работе. Приобрести умение определять увеличение микроскопа и диаметра поля зрения, определять размеры зерен при разном увеличении микроскопа, центрировать объективы.

**Форма контроля знаний:** проверка тетрадей. Оценка за выполненную работу производится по трехбалльной шкале.

### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

(2 учебных часа)

**Тема работы:** *Оптические свойства минералов при одном никеле.*

**Цель работы:** изучение оптических свойств минералов под микроскопом при одном никеле.

**Необходимые материалы и приборы.** Поляризационный микроскоп, шлиф биотитового гранита, амфиболита, руководство по эксплуатации поляризационного микроскопа, учебное пособие «Основы кристаллооптики», тетрадь для лабораторных работ, карандаш, ручка.

**Ход работы.** Используя учебное пособие «Основы кристаллооптики» и шлифы гранита, амфиболита, научитесь определять основные оптические свойства минералов при одном николе.

**Размер зерен.** Определите размер исследуемых минералов (в мм) относительно величины диаметра поля зрения при увеличении объективов:  $\times 2,5$  ( $\times 3,5$ );  $\times 10$  ( $\times 9$ );  $\times 25$ ;  $\times 60$ . В изометричных зернах определите один размер, в вытянутых зернах определите размеры по длине и ширине.

**Степень прозрачности.** Изучите прозрачность минералов в шлифе. Прозрачные минералы: кварц, биотит, полевой шпат. Непрозрачные: магнетит, пирит, ильменит и др. Полупрозрачные: хромшпинель, гематит.

**Цвет.** Изучите цвет минералов в шлифе. Бесцветные: кварц, полевые шпаты, апатит. Окрашенные: биотит, амфибол, пироксен и др.

**Плеохроизм.** Изучите плеохроизм окрашенных минералов. При этом учитесь определять схему плеохроизма, используя знания о направлении колебаний  $N_g$  и  $N_p$  в рабочем микроскопе. Определите и запишите схемы плеохроизма биотита, амфибола.

**Форма.** Изучите габитус и (или) облик минералов. Анализируя разные сечения зерен, учитесь определять их форму: а) субизометричную (близкую к округлой); б) призматическую (длинно- и короткопризматическую, игольчатую, волокнистую); в) пластинчатую; г) таблитчатую (коротко- и длинно-таблитчатую); д) неправильную. Анализируя формы различных сечений, учитесь оценивать габитус (или облик) минерала. Изучите формы кварца, плагиоклаза, биотита, амфибола, пироксена, апатита.

**Ожидаемый результат:** приобрести навыки определения основных оптических свойств минералов, изучаемых при одном николе.

**Форма контроля знаний:** проверка тетрадей. Оценка за выполненную работу производится по трехбалльной шкале.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

(2 учебных часа)

**Тема работы:** *Оптические свойства минералов при одном николе* (2-е занятие по теме).

**Цель работы:** определение оптических свойств минералов под микроскопом при одном николе.

**Необходимые материалы и приборы.** Поляризационный микроскоп, шлиф гранита, амфиболита, руководство для эксплуатации поляризационного микроскопа, учебное пособие «Основы кристаллооптики», тетрадь для лабораторных работ, карандаш, ручка.

**Ход работы.** Используя учебное пособие «Основы кристаллооптики» и шлифы гранита, амфиболита учитеесь определять на практике основные оптические свойства минералов, изучаемые при одном николе.

*Форма минералов.* Изучите (и повторите ранее изученное) разнообразие форм минералов. Проанализировав разные сечения зерен, учитеесь определять *степень идиоморфизма* зерен различных минералов: идиоморфные, гипидиоморфные, ксеноморфные формы (на примере зерен кварца, полевого шпата, биотита, амфибола и апатита).

*Спайность.* Изучите спайность минералов и степень ее совершенства. Вспомните (и запишите), какие бывают типы спайности. Найдите в шлифах примеры и зарисуйте зерна со спайностью и без спайности: кварца, плагиоклаза, биотита, амфибола, пироксена.

*Угол спайности.* Изучите количество направлений спайности в минералах: одно, два и три на примерах биотита, амфибола, пироксена, кальцита. Выясните степень совершенства спайности. Учитеесь определять угол между двумя направлениями спайности на примере амфибола и пироксена.

*Показатель преломления.* Вспомните и запишите в тетрадь оптический смысл этого явления. Учитеесь определять относительный показатель преломления. Для этого изучите следующие оптические явления: шагреневую поверхность (отчетливую, слабую, отсутствие), рельеф (высокий, средний, низкий), кажущуюся толщину границ зерен (очень резкие, четкие, тонкие, неясные) (приложение 7). Примеры: кварц, плагиоклаз, биотит, амфибол, эпидот, апатит. Учитеесь определять высокий, средний и низкий показатели преломления минералов по отношению к величине показателя преломления канадского бальзама. Учитеесь определять относительные показатели преломления контактирующих минералов с близкими показателями преломления на примере контактов: а) кварца и плагиоклаза; б) канадского бальзама и кварца; в) канадского бальзама и КПШ<sup>1</sup>; г) канадского бальзама и плагиоклаза; д) плагиоклаза и КПШ. Для этого учитеесь видеть полоску Бекке и направления её движения при опускании или подъеме столика микроскопа. По движению полоски Бекке определите, какой из двух рядом лежащих минералов имеет больший, а какой меньший показатель преломления. Учитеесь видеть дисперсионный эффект. Запишите причину и суть этого явления.

*Псевдоабсорбция.* Вспомните и запишите в тетрадь оптический смысл явления и необходимые условия, для того, чтобы наблюдать псевдоабсорбцию. На примере кальцита и (или) мусковита учитеесь наблюдать эффект псевдоабсорбции.

---

<sup>1</sup> КПШ – общепринятое сокращение калиевого полевого шпата.

**Ожидаемый результат:** приобрести навыки определения оптических свойств минералов, изучаемых при одном николе: степени идиоморфизма, спайности и ее совершенства, угла спайности, относительного показателя преломления, псевдоабсорбции. **Форма контроля знаний:** проверка тетрадей. Оценка за выполненную работу производится по трехбалльной шкале.

## КОНТРОЛИРУЕМАЯ САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА № 1

(2 учебных часа)

**Тема работы:** 1. Теоретические основы кристаллооптики. 2. Устройство микроскопа и его поверки. 3. Оптические свойства минералов при одном николе

**Цель работы:** 1) показать знание материала по теоретическим основам кристаллооптики и по работе с микроскопом; 2) закрепить практические навыки подготовки микроскопа к работе, знания основных его поверок, знания устройства микроскопа, назначения его составных частей; 3) показать умение определять оптические свойства минералов при одном николе.

**Необходимые материалы и приборы.** Поляризационный микроскоп, шлиф гранита, амфиболита, руководство по эксплуатации поляризационного микроскопа, учебное пособие «Основы кристаллооптики», тетрадь для лабораторных и контрольных работ, карандаш, ручка.

**Ход работы.** Выполните задание в тестовой форме по теоретической части темы (время выполнения – 15 мин; три или четыре варианта тестовых заданий прилагаются).

Выполните контролируемую самостоятельную работу по определению оптических свойств минералов при одном николе. Практическое задание предлагается каждому студенту. Содержание задания: описать по образцу (см. приложение «Основы кристаллооптики») оптические свойства предложенных преподавателем трех – четырех минералов. Работа выполняется в тетради для контрольных работ, при оформлении работы обязательно использовать иллюстрации с соответствующими пояснениями.

**Ожидаемый результат:** закрепление знаний по теоретической части основ кристаллооптики. Закрепление практических навыков подготовки микроскопа к работе и умения на нем работать. Закрепление навыков и проверка умения определять оптические свойства минералов на поляризационном микроскопе при работе с одним николем. **Форма контроля знаний:** проверка тестов и тетрадей для лабораторных и контрольных работ. Тест оценивается по десятибалльной шкале. Контрольная работа оценивается по десятибалльной шкале. В оценку контрольной работы входит правильность



определения оптических свойств минералов при одном николе, количество описанных минералов (не менее трех) и качество оформления работы.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5

(2 учебных часа)

**Тема работы:** *Оптические свойства минералов при скрещенных николях.*

**Цель работы:** научиться определять основные оптические свойства минералов при скрещенных николях.

**Необходимые материалы и приборы.** Поляризационный микроскоп, шлиф гранита, гранатового амфиболита, габбро, учебное пособие «Основы кристаллооптики», тетрадь для лабораторных работ, карандаш, ручка.

**Ход работы.** Используя учебное пособие «Основы кристаллооптики» и предложенные преподавателем шлифы, учитеесь определять на практике основные оптические свойства минералов при скрещенных николях.

*Изотропность – анизотропность.* Вспомните и запишете в тетради оптический смысл этого явления. Учитеесь различать изотропные и анизотропные минералы на примере кварца, граната, шпинели, флюорита, плагиоклаза, биотита, амфибола.

*Угол погасания и характер погасания.* Вспомните и запишете в тетради оптический смысл явления погасания. Запишете условия, которым должен соответствовать разрез минерала, для определения погасания. Учитеесь определять прямое и косое погасание на специальных разрезах биотита, амфибола, пироксена и плагиоклаза. Учитеесь определять угол погасания минералов. Обратите внимание на характер погасания: ровное, волнистое, блоковое, искристое, пятнистое.

*Двупреломление.* Вспомните и запишите в тетради оптический смысл этого явления, значение ориентировки разреза минерала для определения силы двупреломления. Ознакомьтесь с методами определения двупреломления. Учитеесь пользоваться и определять двупреломление минералов при помощи таблицы Мишель-Леви на различных разрезах биотита, амфибола, пироксена, плагиоклаза, кварца. Ознакомьтесь с устройством специальных оптических приспособлений: кварцевым клином и кварцевой пластинкой. Учитеесь определять порядок двупреломления высокодвупреломляющих минералов (приложение 7): а) по цветам интерференции; б) при помощи кварцевого клина; в) по радужным каемкам минералов.

*Удлинение минерала.* Вспомните и запишите в тетради оптический смысл этого явления и условия, при которых возможно определение удлинения. Изучите два метода определения удлинения: а) при помощи кварцевого клина; б) при помощи

кварцевой пластинки. Определите удлинение плагиоклаза, амфибола, пироксена. Определите знак главной зоны одного-двух минералов методом «бегущих полосок».

**Ожидаемый результат:** приобрести навыки определения оптических свойств минералов при двух николях. **Форма контроля знаний:** проверка тетрадей. Оценка за выполненную работу производится по трехбалльной шкале.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6

(2 учебных часа)

**Тема работы:** *Метод коноскопии.*

**Цель работы:** научиться определять оптические свойства минералов в сходящемся свете (изучить метод коноскопии).

**Необходимые материалы и приборы.** Поляризационный микроскоп, шлиф гранита, пироксенита, оливинита, мрамора, учебное пособие «Основы кристаллооптики», тетрадь для лабораторных работ, карандаш, ручка.

**Ход работы.** Используя учебное пособие «Основы кристаллооптики» и шлиф гранита, пироксенита, оливинита, мрамора сначала теоретически изучите метод коноскопии, подготовьте микроскоп к работе по этому методу. Для определения оптических свойств учитесь определять среди прочих подходящие разрезы одноосных и двуосных минералов (перпендикулярные оптической оси/осям, перпендикулярные острой биссектрисе). Найдите ориентированные разрезы и изучите соответствующие коноскопические картины одноосных и двуосных минералов. Определите в найденных разрезах минералов оптический знак, в двуосных – угол  $2V$ .

*Коноскопия одноосных минералов.* Изучив зерна: 1) кварца; 2) биотита; 3) кальцита – найдите в шлифе разрезы: а) перпендикулярные оптической оси; б) косые, но близкие к перпендикулярным. Зарисуйте коноскопические фигуры, характерные для таких разрезов. Для косых разрезов опишите метод определения номера квадрантов. Определите оптический знак кварца, кальцита, биотита, апатита при помощи кварцевой пластинки или кварцевого клина. Ход работы запишите пошагово и зарисуйте в тетради.

*Коноскопия двуосных минералов.* Изучив зерна пироксена, амфибола, плагиоклаза, оливина в шлифе найдите разрезы: а) перпендикулярные одной из оптических осей; б) перпендикулярные острой биссектрисе. Зарисуйте коноскопические фигуры для этих разрезов. Опишите ход и метод определения номера квадрантов. Определите оптический знак при помощи кварцевой пластинки или кварцевого клина. В разрезе, перпендикулярном одной из оптических осей определите угол  $2V$  по диаграмме Райта. В разрезе, перпендикулярном острой биссектрисе, определите угол  $2V$  по величине максимального расхождения изогир.

**Ожидаемый результат:** приобрести навыки определения оптических свойств минералов методом коноскопии: осности, оптического знака, угла оптических осей 2V. **Форма контроля знаний:** проверка тетрадей. Оценка за выполненную работу производится по трехбалльной шкале.

## КОНТРОЛИРУЕМАЯ САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА № 2

(2 учебных часа)

**Тема работы:** *Оптические свойства минералов при скрещенных николях.*

**Цель работы:** закрепить навыки и показать умение определять оптические свойства минералов при работе на поляризационном микроскопе со скрещенными николями.

**Необходимые материалы и приборы:** поляризационный микроскоп, шлиф гранита, амфиболита, габбро, учебное пособие «Основы кристаллооптики», тетрадь для лабораторных и контрольных работ, карандаш, ручка.

**Ход работы.** Выполните самостоятельную контролируемую работу по определению оптических свойств минералов при скрещенных николях. Практическое задание предлагается каждому студенту. Содержание задания: опишите по образцу (см. приложение «Основы кристаллооптики») оптические свойства предложенных преподавателем трех – четырех минералов. Работу выполняйте в тетради для контрольных работ, при оформлении работы обязательно используйте иллюстрации с соответствующими пояснениями.

**Ожидаемый результат:** закрепить навыки и показать умение определять оптические свойства минералов на поляризационном микроскопе при работе со скрещенными николями. **Форма контроля знаний:** проверка тетрадей для лабораторных и контрольных работ. Контрольная работа оценивается по десятибалльной шкале. В оценку входит правильность определения оптических свойств минералов при скрещенных николях, количество описанных минералов (не менее трех) и качество оформления работы.

## КОНТРОЛИРУЕМАЯ САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА № 3

(2 учебных часа)

**Тема работы:** *Оптические свойства минералов.*

**Цель работы:** закрепить навыки и показать умение определять оптические свойства минералов.

**Необходимые материалы и приборы:** поляризационный микроскоп, шлиф гранита, амфиболита, габбро, учебное пособие «Основы кристаллооптики», тетрадь для лабораторных и контрольных работ, карандаш, ручка.

**Ход работы.** Выполните задание в тестовой форме по теоретической части (время выполнения – 15 мин; три или четыре варианта тестовых заданий прилагаются). Выполните контролируемую самостоятельную работу по определению оптических свойств минералов при одном и двух николях, а также в сходящемся свете. Практическое задание предлагается каждому студенту. Содержание задания: определить и описать оптические свойства предложенных преподавателем трех – четырех минералов по образцу (см. приложение «Основы кристаллооптики»). При этом у одного – двух минералов постараться найти подходящие разрезы и определить осность, оптический знак, угол оптических осей (у двуосных). Работа выполняется в тетради для лабораторных и контрольных работ. При оформлении обязательно использовать иллюстрации с соответствующими пояснениями.

**Ожидаемый результат:** закрепить знание оптических свойств минералов и методов их определения. **Форма контроля знаний:** проверка заданий в тестовой форме, проверка тетрадей для лабораторных и контрольных работ. Тест оценивается по десятибалльной шкале. Контрольная работа оценивается по десятибалльной шкале. В оценку контрольной работы входит правильность определения оптических свойств минералов при одном и двух николях, определение оптического знака и угла  $2V$ , количество описанных минералов (не менее трех) и качество оформления работы.

## ОСНОВЫ КРИСТАЛЛООПТИКИ, Ч. 2

Дисциплина читается на 3 курсе 5 семестре (экзамен). Рабочий план (в часах): всего – 34, из них: 14 лекций, 14 лабораторных (группа разделяется на две подгруппы), 6 КСР, 5 коллоквиумов.

Последовательность проведения лабораторных и контролируемых самостоятельных работ следующая: лабораторные работы № 1, № 2, №3; КСР № 1; лабораторные работы № 4, № 5; КСР № 2; лабораторные работы № 6, № 7; КСР № 3.

### ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ № 1, № 2, № 3

(6 учебных часов)

**Тема работ:** *Изучение оптических свойств фемических минералов: оливина, моноклинного и ромбического пироксена, амфибола, слюд.*

**Цель работ:** научиться определять фемические минералы в шлифах, используя их оптические свойства. Закрепить навыки определения и правила описания оптических свойств минералов.

**Необходимые материалы:** набор шлифов с фемическими минералами: оливином, роговой обманкой, моноклинным и ромбическим пироксенами, биотитом, флогопитом, мусковитом, таблицы для определения оптических свойств, поляризационный микроскоп, пособие «Основы кристаллооптики», справочное пособие по оптической минералогии, конспект лекций, тетрадь для лабораторных работ, карандаш, ручка.

**Ход работы.** Под руководством преподавателя изучите оптические свойства *оливина*. Запишите (и зарисуйте) в тетрадь характерную форму, спайность, трещиноватость и другие особенности оливина. Изучите вторичные изменения: серпентин, идингсит, магнетит.

Изучите оптические свойства *моноклинного пироксена*. Запишите (и зарисуйте) в тетрадь особенности данного минерала. Особое внимание обратите на форму минерала, его спайность, косое погасание и силу двупреломления. Изучите вторичные изменения: хлорит, структуры распада.

Изучите оптические свойства *ромбического пироксена*. Запишите (и зарисуйте) в тетрадь особенности данного минерала. Особое внимание обратите на форму минерала, его спайность, прямое погасание и низкую силу двупреломления. Изучите вторичные изменения: серпентин (бастит), структуры распада. Определите и запишите отличия оптических свойств ромбического пироксена от моноклинного, оливина от моноклинного пироксена, оливина от ромбического пироксена.

Изучите оптические свойства *роговой обманки*. Запишите (и зарисуйте) в тетрадь особенности данного минерала. Особое внимание обратить на его форму, спайность, погасание и плеохроизм. Изучите вторичные изменения: хлорит, актинолит, тремолит. Запишите отличие моноклинного и ромбического пироксена от амфибола.

Изучите оптические свойства слюд: *биотита, мусковита, флогопита*. Запишите (и зарисуйте) в тетрадь особенности данных минералов. Особое внимание обратите на форму, весьма совершенную спайность в одном направлении, прямое и искристое погасание, плеохроизм, силу двупреломления, псевдоабсорбцию (для мусковита). Изучите вторичные изменения (по биотиту – хлорит или мусковит, по флогопиту – серпентин). Запишите отличия темных слюд от амфибола, мусковита от кварца и полевого шпата.

**Ожидаемый результат:** закрепить умение определять оптические свойства минералов. Научиться самостоятельно определять фемические минералы и описывать их оптические свойства. **Форма контроля знаний:** проверка тетрадей для лабораторных работ. Оценка за выполненную работу производится по трехбалльной шкале.

## КОНТРОЛИРУЕМАЯ САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА № 1

(2 учебных часа)

**Тема работы:** *Определение фемических минералов (оливина, пироксенов, амфибола, слюд) по их оптическим свойствам.*

**Цель работы:** показать умение определять и описывать оптические свойства фемических минералов: амфибола, пироксенов, оливина, биотита.

**Необходимые материалы:** набор шлифов с фемическими минералами, таблицы для определения оптических свойств, поляризационный микроскоп, пособие «Основы кристаллооптики», справочное пособие по оптической минералогии, конспект лекций, тетрадь для лабораторных и контрольных работ, карандаш, ручка.

**Ход работы.** Правильно определите и опишите предложенные преподавателем темноцветные минералы по схеме: 1) размеры минерала, в мм; 2) его форму (оцените ее по разным разрезам); 3) цвет, плеохроизм (по Ng, Np), схему абсорбции; 4) спайность; оцените ее качество; укажите, сколько присутствует направлений спайности; определите угол между направлениями спайности; 5) показатель преломления (используя шагреневую поверхность, рельеф и ограничения зерен) как низкий, средний, высокий и очень высокий (также относительно соседних известных минералов – ниже или выше известного вам минерала); 6) погасание (косое, прямое), угол погасания, указать относительно Ng или Np; 7) силу двупреломления (цвет интерференции, его порядок и укажите конкретную величину, используя таблицу Мишель-Леви); 8) удлинение; 9) оптический знак, если возможно; 10) вторичные изменения, если есть; 11) индивидуальные особенности, если есть: двойники, включения, сростки, продукты распада, постоянные ассоциации с определенными минералами.

Каждое определение минерала сопровождайте соответствующим рисунком, в котором должен быть показан характерный разрез со спайностью, если есть, с двойниками, трещиноватостью и др.

**Ожидаемый результат:** показать умение самостоятельно определять оптические свойства фемических минералов. **Форма контроля знаний:** проверка тетрадей для лабораторных и контрольных работ. Контрольная работа оценивается по десятибалльной шкале. В оценку входит правильность определения оптических свойств минералов по схеме, количество описанных минералов (не менее четырех) и качество оформления работы.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

(2 учебных часа)

**Тема работы:** *Оптические свойства плагиоклазов. Номер плагиоклаза.*

**Цель работы:** научиться определять оптические свойства плагиоклаза. Используя оптические методы исследования, научиться определять номер плагиоклаза, видеть зональность, продукты распада и вторичные изменения плагиоклазов.

**Необходимые материалы:** набор шлифов: габбро, габбро-диориты и гранодиориты (с плагиоклазами), таблицы для определения оптических свойств, поляризационный микроскоп, пособие «Основы кристаллооптики», справочное пособие по оптической минералогии, конспект лекций, тетрадь для лабораторных работ, карандаш, ручка.

**Ход работы.** Изучите оптические свойства *плагиоклаза*. Запишите (и нарисуйте) в тетрадь особенности данного минерала. Особое внимание обратите на характерное двойникование, низкий показатель преломления и слабое дву-преломление. Научитесь определять показатель преломления плагиоклазов при помощи полоски Бекке. Учитесь видеть дисперсионный эффект на границе плагиоклаза и КПШ.

Вспомните и запишите отличие альбитового закона двойникования от периклинового. Найдите плагиоклазы сдвойникованные по альбитовому закону.

Повторите методы определения номера плагиоклазов и определите номер 3–4 зерен плагиоклаза, подробно записывая все ваши действия. При этом обязательно определите номер плагиоклаза как методом симметричного погасания, так и в разрезах, одновременно перпендикулярных 001 и 010. Запомните, что правильно записывать угол погасания плагиоклазов –  $v:Np$ , и только после того, как вы определите, что данное сечение имеет отрицательное удлинение.

Найдите и изучите зерна плагиоклазов с зональностью. Вспомните и запишите причину появления зональности. Изучите продукты разрушения плагиоклазов: основных – *соссюрит*, кислых – *серицит*. Научитесь по внешнему виду отличать серицит от соссюрита.

Изучите шлифы и запишите *минеральные парагенезисы* плагиоклазов основного, среднего и кислого составов. Изучите продукты распада плагиоклазов – антипертиты. Учитесь видеть антипертиты при одном николе по дисперсионному эффекту Лодочникова.

**Ожидаемый результат:** закрепить умение определять и описывать оптические свойства плагиоклазов. Научиться на практике самостоятельно определять номер плагиоклаза. **Форма контроля знаний:** проверка тетрадей для лабораторных работ. Оценка за выполненную работу производится по трехбалльной шкале.

## ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 5

(2 учебных часа)

**Тема работы:** *Оптические свойства силикатных минералов: калиевого полевого шпата, кварца, нефелина. Вторичные изменения и продукты распада калиевого полевого шпата (мирмекиты, пертиты).*

**Цель работы:** закрепить навыки определения оптических свойств силикатных минералов: калиевого полевого шпата, кварца, нефелина. Научиться видеть особенности и вторичные изменения данных минералов.

**Необходимые материалы:** набор шлифов кислых пород (с плагиоклазом, КПШ, кварцем), щелочных пород (с нефелином), таблицы для определения оптических свойств, поляризационный микроскоп, пособие «Основы кристаллооптики», справочное пособие по оптической минералогии, комплект лекций, тетрадь для лабораторных занятий, карандаш, ручка.

**Ход работы.** Под руководством преподавателя изучите оптические свойства *калиевого полевого шпата*. Запишите (и зарисуйте) в тетрадь особенности КПШ. Особое внимание обратите на низкий показатель преломления, слабое двупреломление и характерное решетчатое двойникование (микроклиновую решетку). Запишите, для какого типа пород характерен КПШ. Учитесь определять показатель преломления с помощью полоски Бекке и наблюдать дисперсионный эффект на границе КПШ с канадским бальзамом, кварцем, плагиоклазом. Найдите и изучите зерна КПШ с микроклиновой решеткой и без нее. Изучите продукты разрушения калиевого полевого шпата – глинистые частицы (пелиты). Изучите продукты распада КПШ – *пертиты*. Запишите причину появления пертитов и их разновидности. Научитесь различать пертиты при одном никеле по дисперсионному эффекту Лодочникова. Найдите на контакте зерен плагиоклаза и калиевого полевого шпата особые структуры распада – *мирмекиты*. Запишите причину появления мирмекитов и из чего они состоят, зарисуйте их в тетради.

Изучите оптические свойства *кварца*. Изучите характерные формы – (обратите внимание на то, что кварц всегда ксеноморфен). Обратите внимание на волнистое или блоковое погасание (выясните причину такого погасания), отсутствие спайности, отсутствие продуктов изменения, на характерные включения и минеральные ассоциации. Запишите, для какого типа пород наиболее характерен кварц.

Познакомьтесь с оптическими свойствами *нефелина*. Изучите характерные формы, включения, ассоциации. Запишите, для какого типа пород характерен нефелин.

Запишите отличия оптических свойств плагиоклаза от калиевого полевого шпата, плагиоклаза от кварца, калиевого полевого шпата от кварца



**Ожидаемый результат:** закрепить умение определять и описывать оптические свойства КППШ, кварца и нефелина. Различать структуры распада (пертиты, антипертиты, мирмекиты), отличать двойникование плагиоклаза от двойникования КППШ. **Форма контроля знаний:** проверка тетрадей для лабораторных работ. Оценка за выполненную работу производится по трехбалльной шкале.

## КОНТРОЛИРУЕМАЯ САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА № 2

(2 учебных часа)

**Тема работы:** *Контрольное определение салических минералов по их оптическим свойствам. Определение номера плагиоклаза.*

**Цель работы:** показать умение определять салические минералы: калиевый полевой шпат, кварц, плагиоклаз, нефелин.

**Необходимые материалы:** набор шлифов с салическими минералами, таблицы для определения оптических свойств, поляризационный микроскоп, пособие «Основы кристаллооптики», справочное пособие по оптической минералогии, конспект лекций, тетрадь для лабораторных и контрольных занятий, карандаш, ручка.

**Ход работы.** Определите и опишите предложенные преподавателем салические минералы по схеме: 1) размеры минералов, в мм; 2) форма (оценить по разным разрезам); 3) спайность (оценить ее качество, указать, сколько направлений, определить угол между направлениями спайности); 4) относительный показатель преломления (по полоске Бекке и, если возможно, по дисперсионному эффекту), сравнивая его с канадским бальзамом, с известными светлыми минералами; 5) сила двупреломления (при этом укажите цвет интерференции и конкретную величину согласно таблице Мишель-Леви); 6) удлинение; 7) для плагиоклаза определите номер, назовите метод и подробно распишите ход работы; 8) оптический знак, если возможно; 9) характер и тип вторичных изменений, если они есть; 10) индивидуальные особенности, если есть: двойники, включения, зональность, характер погасания, продукты распада, постоянные ассоциации с определенными минералами, отсутствие изменений.

Зарисуйте характерный разрез со спайностью, если есть, с двойниками, включениями, минеральными ассоциациями, дайте соответствующие пояснения.

**Ожидаемый результат:** показать умение определять и правильно описывать оптические свойства салических минералов. **Форма контроля знаний:** проверка тетрадей для лабораторных работ. Контрольная работа оценивается по десятибалльной шкале. В оценку входит правильность опреде-

ления оптических свойств минералов строго по схеме, количество описанных минералов (не менее четырех) и качество оформления работы.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6

(2 учебных часа)

**Тема работы:** *Оптические свойства аксессуарных минералов: циркона, сфена (титанита), апатита, рутила, рудных минералов, граната.*

**Цель работы:** изучить оптические свойства аксессуарных минералов: циркона, апатита, сфена (титанита), рутила, рудных минералов, граната.

**Необходимые материалы:** набор шлифов с аксессуарными минералами, таблицы для определения оптических свойств, поляризационный микроскоп, пособие «Основы кристаллооптики», справочное пособие по оптической минералогии, конспект лекций, тетрадь для лабораторных занятий, карандаш, ручка.

**Ход работы.** Изучите оптические свойства *циркона*. Запишите (и зарисуйте) в тетрадь характерные особенности. Запишите и запомните породы, для которых особенно характерен циркон. Определите и запишите его оптические свойства. Особое внимание обратите на высокий показатель преломления, характерные формы, высокое двупреломление.

Изучите оптические свойства *апатита*. Запишите (и зарисуйте) характерные особенности апатита. Особое внимание обратите на слабое двупреломление, высокий показатель преломления, характерные формы.

Изучите оптические свойства *рутила*. Запишите (и зарисуйте) характерные особенности рутила. Особое внимание обратите на сильное двупреломление, высокий показатель преломления, характерные формы, цвет.

Изучите оптические свойства *сфена (титанита)*. Запишите (и зарисуйте) характерные особенности сфена. Запишите и запомните породы, в которых встречается сфен в повышенных количествах. Особое внимание обратите на цвет, сильное двупреломление (цвета высших порядков), высокий показатель преломления, плеохроизм, характерные формы выделения.

Изучите оптические свойства *граната*. Особое внимание обратите на высокий показатель преломления, изотропность, характерные формы, цвет, трещиноватость. Отметьте, в каких случаях и чем замещается гранат.

Изучите в шлифах рудные минералы, обращая внимание на их темный цвет, непрозрачность и формы выделения. Запомните, в каких породах встречается повышенное количество рудных минералов.

**Ожидаемый результат:** научиться определять аксессуарные минералы по их оптическим свойствам. **Форма контроля знаний:** проверка тетрадей

для лабораторных работ. Оценка за выполненную работу производится по трехбалльной шкале.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7

(2 учебных часа)

**Тема работы:** *Оптические свойства вторичных, метаморфических и осадочных минералов: хлорита, серпентина, актинолита, тремолита, глаукофана, скаполита, кальцита, минералов эпидот-цоизитовой группы.*

**Цель работы:** изучить оптические свойства вторичных, метаморфических и осадочных минералов: хлорита, серпентина, мусковита, актинолита, тремолита, глаукофана, скаполита, кальцита, минералов эпидот-цоизитовой группы.

**Необходимые материалы:** набор шлифов с вторичными, метаморфическими и осадочными минералами, таблицы для определения оптических свойств, поляризационный микроскоп, пособие «Основы кристаллооптики», справочное пособие по оптической минералогии, конспект лекций, тетрадь для лабораторных занятий, карандаш, ручка.

**Ход работы.** Изучите оптические свойства *серпентина*. Запишите (и зарисуйте) в тетрадь характерные особенности. Запишите минералы, по которым развивается серпентин. Особое внимание обратите на низкий показатель преломления, характерные волокнистые, чешуйчатые формы выделения, цвет и слабый плеохроизм серпентина.

Изучите оптические свойства *хлорита*. Запишите (и зарисуйте) в тетрадь характерные особенности. Запишите минералы, по которым развивается хлорит. Особое внимание обратите на низкий показатель преломления, характерные волокнистые формы выделения, цвет и плеохроизм хлорита.

Изучите оптические свойства вторичных амфиболов: *актинолита, тремолита, глаукофана*. Запишите (и зарисуйте) в тетрадь характерные особенности вторичных амфиболов. Запишите и запомните минералы, по которым развивается актинолит, тремолит. Особое внимание обратите на цвет, плеохроизм, спайность в двух направлениях, характерные ромбические разрезы и длиннопризматические, игольчатые, волокнистые формы. Запишите отличие тремолита от актинолита, актинолита от роговой обманки.

Изучите оптические свойства *минералов группы эпидота – цоизита*. Запишите (и зарисуйте) в тетрадь характерные особенности минералов этой группы. Запишите и запомните минералы, по которым развивается эпидот и цоизит. Особое внимание обратите на высокие показатели преломления, разницу в двупреломлении эпидота и цоизита (аномальные цвета интерференции цоизита), характерные формы выделения, прямое погасание цоизита

и косое эпидота и клиноцоизита, угол между системами спайности. шите отличия эпидота от цоизита, клиноцоизита от цоизита, минералов эпидот-цоизитовой группы от пироксенов.

Изучите оптические свойства *кальцита*. Запишите (и зарисуйте) в тетрадь характерные особенности кальцита. Особое внимание обратите на псевдоабсорбцию, характерную спайность по ромбоэдру, полисинтетическое двойникование, очень высокое двупреломление (перламутровые цвета высших порядков – до белого), искристое погасание.

**Ожидаемый результат:** закрепить умение определять оптические свойства вторичных и осадочных минералов. Научиться определять хлорит, серпентин, мусковит, актинолит, тремолит, кальцит и описывать их оптические свойства. **Форма контроля знаний:** проверка тетрадей для лабораторных работ. Оценка за выполненную работу производится по трехбалльной шкале.

### КОНТРОЛИРУЕМАЯ САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА № 3

(2 учебных часа)

**Тема работы:** *Контрольное определение минералов.*

**Цель работы:** показать умение определять порообразующие (слюды, пироксены, амфиболы, оливин, плагиоклаз, КПШ, кварц, нефелин), вторичные (серпентин, хлорит, кальцит, гранат, эпидот, цоизит) и акцессорные (апатит, сфен, циркон) минералы.

**Необходимые материалы:** набор шлифов, таблицы для определения оптических свойств, поляризационный микроскоп, пособие «Основы кристаллооптики», справочное пособие по оптической минералогии, конспект лекций, тетрадь для лабораторных и контрольных работ, карандаш, ручка.

**Ход работы.** Определите и опишите оптические свойства предложенных преподавателем 6 – 8 минералов. Запишите, по каким основным признакам были определены данные минералы, что для каждого из изученных минералов оказалось самым главным при его определении. Схематично зарисуйте характерные разрезы и сделайте пояснения.

**Ожидаемый результат:** закрепить и показать умение определять ранее изученные минералы по наиболее характерным оптическим свойствам. **Форма контроля знаний:** проверка тетрадей для лабораторных работ. Контрольная работа оценивается по девятибалльной шкале. В оценку входит правильность определения минералов с указанием их основных отличительных признаков, количество описанных минералов (не менее шести) и качество оформления работы.

## ПЕТРОГРАФИЯ МАГМАТИЧЕСКИХ ПОРОД

Дисциплина читается на 3 курсе, в 5 семестре (экзамен). Рабочий план (в часах): всего – 62, из них: 36 лекций, 14 лабораторных (группа разделяется на две подгруппы), 12 КСР, 5 коллоквиумов.

Последовательность проведения лабораторных и контролируемых самостоятельных работ следующая: лабораторные работы № 1, № 2, № 3, № 4; КСР № 1; лабораторные работы № 5, № 6; КСР № 2; лабораторная работа № 7; КСР № 3.

### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

(2 учебных часа)

**Тема работы:** *Структуры и текстуры магматических пород.*

**Цель работы:** изучить разнообразие структур и текстур магматических горных пород, ознакомиться со схемой описания шлифа горной породы.

**Необходимые материалы:** набор шлифов с различными структурами, таблицы для определения оптических свойств минералов, поляризационный микроскоп, справочное пособие по оптической минералогии, пособие Ю. Ир. Половинкиной «Структуры магматических пород» т. 1, курс лекций по петрографии, тетрадь для лабораторных занятий, карандаш, ручка.

**Ход работы.** Под руководством преподавателя изучите и опишите различные типы структур. Изученные структуры схематично зарисуйте и дайте соответствующие пояснения.

Изучите *панидиоморфнозернистые структуры*. Запишите причину их появления, приведите примеры пород с такой структурой.

Изучите *гипидиоморфнозернистые структуры*. Запишите причину их появления, приведите примеры пород с такой структурой. Среди гипидиоморфнозернистых рассмотрите: *пойкилитовую, офитовую, габбро-офитовую, гранитовую, монцонитовую, порфириовидную, порфириовую* структуры.

Изучите *паналлотриоморфнозернистые структуры*. Запишите причину их появления, приведите примеры пород с такой структурой. Среди паналлотриоморфнозернистых рассмотрите: *габбровую, аллитовую* структуры.

Запишите, какие структуры типичны для *ультраосновных пород*: *дунитов, перидотитов*; *основных* – *пироксенитов, анортозитов, габброидов*; *средних* – *диоритов, кварцевых диоритов*; *кислых* – *гранитоидов*; *щелочных* – *сиенитов, нефелиновых сиенитов*. Запишите, какие структуры характерны для *интрузивных абиссальных, гипабиссальных и эффузивных пород*. Запишите отличия и схематично зарисуйте эти структуры.

Изучите схему описания магматической горной породы (прилож. 1).

**Ожидаемый результат:** закрепить умение определять микроструктуры магматических пород, изучить схему описания породы. **Форма контроля знаний:** проверка тетрадей для лабораторных работ. Оценка за выполненную работу производится по трехбалльной шкале.

## ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ № 2, № 3

(4 учебных часа)

**Тема работ:** *Макро- и микроскопическое изучение ультрамафических пород: дунитов, перидотитов, пироксенитов, горнблендитов, кимберлитов, пикритов.*

**Цель работ:** изучить коллекцию ультрамафических пород кабинета минералогии и петрографии, научиться определять, описывать породы и шлифы ультрамафитов.

**Необходимые материалы:** коллекция образцов и набор шлифов ультрамафитов, таблицы для определения оптических свойств минералов, поляризационный микроскоп, справочное пособие по оптической минералогии, курсе лекций по петрографии, учебник по петрографии, тетрадь для лабораторных работ, карандаш, ручка.

**Ход работы.** Макроскопически и микроскопически изучите и опишите дуниты, оливиниты, перидотиты, пироксениты, горнблендиты, кимберлиты, пикриты.

*Дуниты, оливиниты.* Опишите внешний вид, цвет пород, минеральный состав, особенности текстуры и структуры, укажите полезные ископаемые, связанные с дунитами и оливинитами (выделите их общие черты и укажите различия). Укажите эффузивные аналоги дунитов (приложение 5). Кратко опишите породу и шлиф дунита или оливинита. Запишите названия измененных пород.

*Перидотиты.* Опишите внешний вид, цвет пород, минеральный состав, особенности текстуры и структуры, запишите классификацию и минеральный состав перидотитов: верлиты, лерцолиты, гарцбургиты. Укажите эффузивные аналоги перидотитов. Кратко опишите породу и шлиф перидотита.

*Пироксениты.* Опишите внешний вид, цвет пород, минеральный состав, особенности текстуры и структуры, запишите классификацию и минеральный состав пироксенитов: ортопироксениты, клинопироксениты, вебстериты. Запишите щелочные аналоги пироксенитов и приведите их минеральный состав. Кратко опишите породу и шлиф пироксенита.

*Горнблендиты.* Опишите внешний вид, цвет пород, минеральный состав, особенности текстуры и структуры. Кратко опишите породу и шлиф горнблендита

*Кимберлиты, пикриты.* Опишите внешний вид, цвет пород, минеральный состав, особенности текстуры и структуры. Приведите сведения о геологическом положении и характерных формах тел. Кратко опишите породу и шлиф кимберлита или пикрита.

**Ожидаемый результат:** научиться определять и описывать ультрамафитовые породы. **Форма контроля знаний:** проверка тетрадей для лабораторных работ. Оценка за выполненную работу производится по трехбалльной шкале.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

(2 учебных часа)

**Тема работы:** *Породы основного состава: габброиды и базальтоиды.*

**Цель работы:** макро- и микроскопически изучить коллекцию мафических пород кабинета минералогии и петрографии, научиться определять, описывать породы и шлифы мафитов.

**Необходимые материалы:** коллекция образцов и набор шлифов мафитов, таблицы для определения оптических свойств минералов, поляризационный микроскоп, справочное пособие по оптической минералогии, курс лекций по петрографии, учебник по петрографии, тетрадь для лабораторных работ, карандаш, ручка.

**Ход работы.** Макроскопически и микроскопически изучите и опишите габброиды (габбро, габбро-нориты, нориты, анортозиты), долериты и базальты. Описывайте породы и шлифы согласно приложениям 1, 2.

*Габброиды.* Опишите внешний вид, цвет пород, минеральный состав, особенности текстур и структур, укажите полезные ископаемые, связанные с габброидами. Запишите классификацию и минеральный состав габброидов: габбро, нориты, габбро-нориты, троктолиты. Укажите эффузивные аналоги габброидов (приложение 5). Кратко опишите породу и шлиф габброида. Запишите структурные отличия абиссальных и гипабиссальных габброидов (приведите названия асхистовых жильных габброидов). Запишите, что такое долериты и чем они отличаются от габброидов. Запишите субщелочные и щелочные аналоги габброидов и приведите их минеральный состав. Приведите названия измененных пород. Что такое диабазы?

*Базальтоиды.* Опишите внешний вид, цвет пород, минеральный состав, особенности текстур и структур, указать полезные ископаемые, связанные с базальтоидами. Запишите разновидности базальтов. Приведите сведения о

геологическом положении базальтов. Укажите интрузивные аналоги зальтоидов. Кратко опишите породу и шлиф базальтоида. Запишите субщелочные и щелочные аналоги базальтоидов и приведите их минеральный состав. Запишите, что такое красно- и зеленокаменные изменения базальтов и чем они вызваны.

**Ожидаемый результат:** научиться определять и описывать мафитовые породы. **Форма контроля знаний:** проверка тетрадей для лабораторных работ. Оценка за выполненную работу производится по трехбалльной шкале.

## КОНТРОЛИРУЕМАЯ САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА № 1

(4 учебных часа)

**Тема работы:** *Контрольное определение пород и описание шлифа мафита или ультрамафита.*

**Цель работы:** показать умение макро- и микроскопически определять и описывать ультрамафические и мафические породы.

**Необходимые материалы:** набор ультрамафитовых и мафитовых пород и соответствующих шлифов, таблицы для определения оптических свойств минералов, поляризационный микроскоп, справочное пособие по оптической минералогии, курс лекций по петрографии, учебник по петрографии, тетрадь для лабораторных и контрольных работ, карандаш, ручка.

**Ход работы.** 1. Опишите контрольный шлиф ультрамафитовой или мафитовой породы. Самостоятельно изучите коллекцию образцов ультрамафитов и мафитов и выберите породу, соответствующую шлифу, предложенному преподавателем. Описание шлифа и образца горной породы производите согласно схеме (см. приложение 1, 2). 2. Макроскопически (устно) определите все образцы ультрамафитовых и мафитовых пород, предложенные преподавателем.

**Ожидаемый результат:** показать умение макро- и микроскопически определять и описывать ультрамафические и мафические породы.

**Форма контроля знаний:** проверка тетрадей для лабораторных работ. Контрольная работа состоит из двух этапов и соответственно из двух оценок. Первый этап оценивается по десятибалльной шкале (*десять баллов* – отличное описание шлифа согласно схеме с элементами петрологического анализа; *девять–восемь* – отличное описание шлифа по схеме без петрологического анализа или хорошее описание шлифа с петрологическим анализом; *семь–шесть* – хорошее описание шлифа, встречаются неточности и непринципиальные ошибки; *пять–четыре* – среднее или плохое, но, в общем, правильное описание шлифа, грубые или принципиальные ошибки;



*три–два* – неправильное определение минерального состава и венно горной породы). Второй этап оценивается по пятибалльной шкале (*пять* баллов за правильное определение пород, знание их минерального состава и классификации, *четыре* – незначительные ошибки в определении, классификации и минеральном составе, *три* – ошибки в определении, классификации и минеральном составе, *два–один* – грубые ошибки). Неудовлетворительно написанные контрольные работы (как по горным породам, так и по шлифам) должны быть пересданы.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5

(2 учебных часа)

**Тема работы:** *Средние породы: габбро-диориты, диориты, кварцевые диориты, гранодиориты, андезибазальты, андезиты.*

**Цель работы:** макро- и микроскопически изучить коллекцию средних пород кабинета минералогии и петрографии, научиться определять, описывать породы и шлифы пород среднего состава.

**Необходимые материалы:** коллекция образцов и набор шлифов средних пород, таблицы для определения оптических свойств минералов, поляризационный микроскоп, справочное пособие по оптической минералогии, курс лекций по петрографии, учебник по петрографии, тетрадь для лабораторных и контрольных работ, карандаш, ручка.

**Ход работы.** Макроскопически и микроскопически изучите и опишите габбро-диориты, диориты, гранодиориты, андезиты, андезибазальты. Описывайте породы и шлифы согласно приложениям 1, 2.

*Диориты.* Описать внешний вид, цвет пород, особенности структур, текстур, минеральный состав, указать полезные ископаемые, связанные с диоритами. Запишите классификацию и минеральный состав диоритов: габбро-диориты, диориты, кварцсодержащие диориты, кварцевые диориты, гранодиориты. Приведите сведения о геологическом положении. Укажите эффузивные аналоги диоритов (приложение 5). Кратко опишите породу и шлиф диорита. Опишите субщелочные и щелочные аналоги диоритов и приведите их минеральный состав. Приведите названия измененных пород.

*Андезиты.* Опишите внешний вид, цвет пород, особенности структур, текстур, минеральный состав, указать полезные ископаемые, связанные с андезитами. Запишите разновидности андезитов. Приведите сведения о геологическом положении. Укажите интрузивные аналоги андезитов. Кратко опишите породы и шлифы андезита, андезибазальта. Опишите субщелочные и щелочные аналоги андезитов и приведите их минеральный состав.

**Ожидаемый результат:** научиться определять и описывать породы среднего состава. **Форма контроля знаний:** проверка тетрадей для лабораторных работ. Оценка за выполненную работу производится по трехбалльной шкале.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6

(2 учебных часа)

**Тема работы:** *Кислые породы: гранодиориты, граносиениты, граниты, риолиты, дациты.*

**Цель работы:** макро- и микроскопически изучить коллекцию гранитоидов кабинета минералогии и петрографии, научиться определять, описывать породы и шлифы пород кислого состава.

**Необходимые материалы:** коллекция образцов и набор шлифов кислых пород, таблицы для определения оптических свойств минералов, поляризационный микроскоп, справочное пособие по оптической минералогии, курс лекций по петрографии, учебник по петрографии, тетрадь для лабораторных и контрольных работ, карандаш, ручка.

**Ход работы.** Макроскопически и микроскопически изучите и опишите гранитоиды и риолиты. Описывайте породы и шлифы согласно схеме (приложения 1, 2).

*Гранитоиды.* Опишите внешний вид, цвет пород, особенности структур, текстур, минеральный состав, укажите полезные ископаемые, связанные с гранитоидами. Запишите классификацию и минеральный состав гранитоидов. Приведите сведения о геологическом положении. Укажите эффузивные аналоги гранитоидов. Кратко опишите породы и шлиф гранитоида. Запишите субщелочные и щелочные аналоги гранитоидов и приведите их минеральный состав (см. приложение 5). Приведите названия измененных пород и особенности их внешнего вида.

*Риолиты.* Опишите внешний вид, цвет пород, особенности структур, текстур, минеральный состав, укажите полезные ископаемые, связанные с риолитами. Запишите разновидности риолитов. Укажите интрузивные аналоги риолитов. Кратко опишите породы и шлиф риолита. Запишите субщелочные и щелочные аналоги риолитов и приведите их минеральный состав. Запишите, как изменяются риолиты, и приведите названия и особенности внешнего вида измененных разновидностей.

*Пегматиты.* Опишите внешний вид, цвет пород, особенности структур, текстур, минеральный состав, укажите полезные ископаемые, связанные с пегматитами.

**Ожидаемый результат:** научиться определять и описывать породы кислого состава. **Форма контроля знаний:** проверка тетрадей для торных работ. Оценка за выполненную работу производится по трехбалльной шкале.

## КОНТРОЛИРУЕМАЯ САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА № 2

(4 учебных часа)

**Тема работы:** *Контрольное определение пород среднего и кислого состава и описание соответствующего шлифа.*

**Цель работы:** показать умение макро- и микроскопически определять и описывать породы среднего и кислого состава.

**Необходимые материалы:** коллекция образцов и набор шлифов средних и кислых пород, таблицы для определения оптических свойств минералов, поляризационный микроскоп, справочное пособие по оптической минералогии, курс лекций по петрографии, учебник по петрографии, тетрадь для лабораторных и контрольных работ, карандаш, ручка.

**Ход работы.** 1. Микроскопически изучите и опишите контрольный шлиф средней или кислой породы. Самостоятельно изучите коллекцию образцов, выберите и опишите породу, соответствующую шлифу, предложенному преподавателем. Описание шлифа и образца горной породы производите согласно схеме (см. приложения 1, 2). 2. Макроскопически (устно) определите все образцы средних и кислых пород, предложенные преподавателем.

**Ожидаемый результат:** показать умение макро- и микроскопически определять и описывать породы среднего состава. **Форма контроля знаний.** Контрольная работа состоит из двух этапов и соответственно из двух оценок<sup>2</sup>. Определение пород оценивается по пятибалльной шкале. Описание контрольных шлифов оценивается по десятибалльной шкале.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7

(2 учебных часа)

**Тема работы:** *Субщелочные и щелочные породы различной кремнекислотности: фойдолиты, фойдиты, сиениты, трахиты, нефелиновые сиениты, фонолиты.*

**Цель работы:** макро- и микроскопически изучить коллекцию щелочных пород кабинета минералогии и петрографии, научиться определять, описывать породы и шлифы щелочных пород.

---

<sup>2</sup> Принципы оценивания контрольных работ смотрите на стр. 24.

**Необходимые материалы:** коллекция образцов и набор шлифов щелочных пород, таблицы для определения оптических свойств минералов, поляризационный микроскоп, справочное пособие по оптической минералогии, курс лекций по петрографии, учебник по петрографии, тетрадь для лабораторных и контрольных работ, карандаш, ручка.

**Ход работы.** Макро- и микроскопически изучите и опишите щелочные породы. *Фойдолиты.* Опишите внешний вид, цвет пород, особенности структур, текстур, минерального состава. Укажите полезные ископаемые, связанные с фойдолитами. Запишите классификацию и минеральный состав основных и ультраосновных фойдолитов. Приведите сведения о геологическом положении. Укажите эффузивные аналоги фойдолитов (см. приложение 5). Кратко опишите породы и шлиф фойдолита.

*Нефелиновые сиениты.* Опишите внешний вид, цвет пород, особенности структур, текстур, минерального состава. Укажите полезные ископаемые, связанные с нефелиновыми сиенитами. Запишите классификацию и минеральный состав нефелиновых сиенитов: хибинитов, мариуполитов, миаскиотов. Приведите сведения о геологическом положении. Укажите эффузивные аналоги нефелиновых сиенитов. Кратко опишите породы и шлиф нефелинового сиенита. Запишите отличия нефелиновых сиенитов от фойдолитов.

*Сиениты, щелочные сиениты.* Опишите внешний вид, цвет пород, особенности структур, текстур, минерального состава. Укажите полезные ископаемые, связанные с сиенитами, щелочными сиенитами. Запишите классификацию и минеральный состав сиенитов и щелочных сиенитов. Укажите отличия сиенитов от щелочных сиенитов. Запишите эффузивные аналоги сиенитов. Кратко опишите породы и шлиф сиенита, щелочного сиенита.

*Фойдиты.* Опишите внешний вид, цвет пород, особенности структур, текстур, минерального состава. Запишите интрузивные аналоги фойдитов.

*Трахиты, щелочные трахиты.* Опишите внешний вид, цвет пород, особенности структур, текстур, минерального состава. Укажите интрузивные аналоги трахитов и щелочных трахитов. Кратко опишите породы и шлиф трахита.

**Ожидаемый результат:** научиться определять и описывать щелочные породы.

**Форма контроля знаний:** проверка тетрадей для лабораторных работ. Оценка за выполненную работу производится по трехбалльной шкале.

### КОНТРОЛИРУЕМАЯ САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА № 3

(4 учебных часа)

**Тема работы:** *Контрольное определение магматических горных пород и описание соответствующего шлифа.*

**Цель работы:** показать умение макро- и микроскопически определять и описывать магматические горные породы.

**Необходимые материалы:** набор магматических пород и соответствующих шлифов, таблицы для определения оптических свойств минералов, поляризационный микроскоп, справочное пособие по оптической минералогии, курс лекций по петрографии, учебник по петрографии, тетрадь для лабораторных и контрольных работ, карандаш, ручка.

**Ход работы.** 1. Изучите под микроскопом и опишите контрольный шлиф магматической породы. Самостоятельно изучите коллекцию образцов, выберите и макроскопически опишите магматическую породу, соответствующую шлифу, предложенному преподавателем. Описание шлифа и образца горной породы производите согласно схеме (см. приложения 1, 2). 2. Макроскопически (устно) определите все образцы магматических пород, предложенные преподавателем.

**Ожидаемый результат:** показать умение макро- и микроскопически определять и описывать магматические породы. **Форма контроля знаний.** Контрольная работа состоит из двух этапов и соответственно из двух оценок<sup>3</sup>. Определение пород оценивается по пятибалльной шкале. Описание контрольных шлифов оценивается по десятибалльной шкале.

## ПЕТРОГРАФИЯ МЕТАМОРФИЧЕСКИХ ПОРОД

Дисциплина читается на 3 курсе 6 семестре (экзамен). Рабочий план (в часах): всего – 58, из них: 34 лекции, 12 лабораторных (группа разделяется на две подгруппы), 12 КСР, 5 коллоквиумов.

Последовательность проведения лабораторных и контролируемых самостоятельных работ следующая: лабораторные работы № 1, № 2; КСР № 1; лабораторные работы № 3, № 4, №5; КСР № 2; лабораторная работ № 6; КСР № 3, № 4.

### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

(2 учебных часа)

**Тема работы:** *Минералы метаморфических пород.*

**Цель работы:** изучить основные породообразующие минералы метаморфических пород. Научиться различать минералы типично метаморфического генезиса.

---

<sup>3</sup> Принципы оценивания контрольных работ смотрите на стр. 24.

**Необходимые материалы и приборы:** коллекция образцов и набор шлифов метаморфических пород с мусковитом (*серицитом*), хлоритом, серпентином, актинолитом и тремолитом, глаукофаном, дистеном, андалузитом, силлиманитом, гранатом, кальцитом, скаполитом, корундом, эпидотом, цоизитом, таблицы для определения оптических свойств минералов, поляризационный микроскоп, справочное пособие по оптической минералогии, курс лекций и учебник по петрографии, тетрадь для лабораторных и контрольных работ, карандаш, ручка.

**Ход работы.** Учитесь определять на практике основные оптические свойства метаморфических минералов. Ознакомьтесь с основными породообразующими минералами метаморфического генезиса, характерными для пород различного состава (приложение 4). Выпишите минералы, характерные для определенных ступеней регионального метаморфизма, а также «сквозные» минералы, характерные для всех типов метаморфических пород.

*Низшая ступень метаморфизма.* Хлорит, серпентин, тальк, серицит, актинолит, тремолит, глаукофан, андалузит, кислый плагиоклаз – минералы, образующиеся при сравнительно низких температурах. Опишите основные оптические свойства незнакомых минералов, укажите общие особенности форм выделения данных минералов, характерные ассоциации. Запишите, по каким первичным развивается тот или иной вторичный минерал.

*Средняя ступень метаморфизма.* Биотит, мусковит, флогопит, дистен, ставролит, роговая обманка, средний плагиоклаз – минералы, образующиеся при сравнительно высоких температурах. Опишите основные оптические свойства незнакомых минералов, укажите общие особенности форм выделения данных минералов, характерные ассоциации (типичных названия метаморфических пород, в которых встречаются эти минералы).

*Высшая ступень метаморфизма.* Биотит, силлиманит, кордиерит, пироксен, оливин, основной плагиоклаз – минералы, образующиеся при очень высоких температурах. Опишите основные оптические свойства незнакомых минералов, укажите общие особенности форм выделения данных минералов, характерные ассоциации (типичных названия метаморфических пород, в которых встречаются эти минералы).

*Минералы, характерные для различных метаморфических процессов и ступеней регионального метаморфизма.* Кварц, альбит, карбонаты, минералы группы эпидота-цоизита, группы граната, аксессуарные минералы, скаполит, корунд.

**Ожидаемый результат:** изучить оптические свойства минералов метаморфического генезиса различных ступеней метаморфизма. **Форма контроля знаний:** проверка тетрадей для лабораторных и контрольных работ. Оценка за выполненную работу производится по трехбалльной шкале.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

(2 учебных часа)

**Тема работы:** *Текстуры и структуры метаморфических пород.*

**Цель работы:** макро- и микроскопически изучить основные текстуры и структуры (макро- и микроструктуры) метаморфических пород. Научиться определять типично метаморфические структуры и делать вывод о типе метаморфического процесса.

**Необходимые материалы и приборы:** коллекция образцов и набор шлифов метаморфических пород с различными типами структур (*лепидобластовой, нематобластовой, гранобластовой, порфиробластовой, пойкилитовой, реликтовой, катакластической, друзитовой, келифитовой*) и текстур (*сланцеватой, полосчатой, узелковой, порфиробластовой, очковой, директивной, гнейсовидной, плейчатой, пятнистой, брекчиевидной, катакластической*), таблицы для определения оптических свойств минералов, пособие по структурам Ю. Ир. Половинкиной, поляризационный микроскоп, справочное пособие по оптической минералогии, курс лекций и учебник по петрографии, тетрадь для лабораторных и контрольных работ, карандаш, ручка.

**Ход работы.** Познакомьтесь с характерными текстурами и структурами метаморфических пород. Рассмотрите коллекцию метаморфических пород, найдите, опишите и зарисуйте примеры *сланцеватой, полосчатой, узелковой, порфиробластовой, очковой, директивной, гнейсовидной, плейчатой, пятнистой, катакластической* текстур. Запишите, для каких типов метаморфизма (и ступеней регионального метаморфизма) наиболее характерна каждая текстура.

Рассмотрите коллекцию шлифов метаморфических пород с различными типами структур, найдите, опишите и зарисуйте примеры *лепидобластовой, нематобластовой, гранобластовой, порфиробластовой, пойкилитовой, реликтовой, катакластической, друзитовой, келифитовой* структур. Для этого сначала разделите все структуры на три типа: реликтовые, кристаллобластические и катакластические и запишите, для каких типов (и ступеней) метаморфизма характерны эти структуры.

*Реликтовые структуры.* Изучите особенности (общий рисунок) реликтовых структур: теневой, бластопорфировой, бластоофитовой, венцовой. Вспомните, для каких ступеней метаморфизма они характерны. Зарисуйте примеры, при этом обязательно определите минеральный состав породы.

*Катакластические структуры.* Изучите особенности (общий рисунок) катакластических структур: цементной, брекчиевидной, милонитовой. Зарисуйте примеры, не забывая определять минеральный состав изучаемых пород.

*Собственно метаморфические (кристаллобластические) структуры.* Изучите особенности (общий рисунок) кристаллобластических структур. Вспомните, для пород какого минерального состава характерна каждая из структур (гранобластовая, нематобластовая, фибробластовая, пойкилитовая). Зарисуйте примеры, не забывая определять минеральный состав изучаемых пород.

**Ожидаемый результат:** изучить основные типы структур метаморфического генезиса: реликтовые, катакластические, кристаллобластические и их разновидности. **Форма контроля знаний:** проверка тетрадей для лабораторных работ. Оценка за выполненную работу производится по трехбалльной шкале.

## КОНТРОЛИРУЕМАЯ САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА № 1

(2 учебных часа)

**Тема работы:** *Минеральный состав, текстуры и структуры метаморфических пород.*

**Цель работы:** закрепить навыки и показать умение макро- и микроскопически определять минеральный состав, текстуры и структуры метаморфических пород.

**Необходимые материалы и приборы.** коллекция образцов и набор шлифов метаморфических пород с различными типами структур и текстур, таблицы для определения оптических свойств минералов, пособие по структурам Ю. Ир. Половинкиной, поляризационный микроскоп, справочное пособие по оптической минералогии, курс лекций и учебник по петрографии, тетрадь для лабораторных и контрольных работ, карандаш, ручка.

**Ход работы.** 1) Кратко запишите определенные под микроскопом минеральный состав и структуру контрольных шлифов (не менее 4 шлифов). Для обоснования своих выводов схематично приведите рисунок структуры с выделением основных элементов, на основании которых определялась каждая структура. 2) Макроскопически определите текстуры и структуры метаморфических пород, предложенные преподавателем.

**Ожидаемый результат:** закрепить навыки и показать умение макро- и микроскопически определять минеральный состав, структуры и текстуры метаморфических пород.

**Форма контроля знаний.** Контрольная работа состоит из двух этапов и соответственно из двух оценок. Определение пород оценивается по трехбалльной шкале. Описание контрольных шлифов оценивается по пятибалльной шкале: (5– все выполнено отлично; 4–3 – правильно определены структура, текстура, сделаны правильные предположения по минеральному



составу, могут быть неточности в определении состава; 2 – правильно определены все структурно-текстурные признаки, неправильно минеральный состав; 1 – не менее, чем в половине образцов правильно определены структурно-текстурные признаки, по остальным – грубые ошибки).

### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

(2 учебных часа)

**Тема работы:** *Низшая ступень метаморфизма. Автометаморфизм.*

**Цель работы:** макро-, и микроскопически изучить метаморфические породы низшей ступени метаморфизма. Научиться различать по структурно-текстурным признакам и минеральным ассоциациям породы низшей ступени метаморфизма и автометаморфизма. Ознакомиться с образцами пород низшей ступени метаморфизма.

**Необходимые материалы и приборы:** коллекция образцов и набор шлифов метаморфических пород низшей ступени метаморфизма, таблицы для определения оптических свойств минералов, поляризационный микроскоп, справочное пособие по оптической минералогии, курс лекций и учебник по петрографии, тетрадь для лабораторных и контрольных работ, карандаш, ручка.

**Ход работы.** Познакомьтесь с основными разновидностями пород низшей ступени метаморфизма и автометаморфическими породами (см. приложение 6). Рассмотрите коллекцию метаморфических пород низшей ступени метаморфизма, найдите, опишите и зарисуйте примеры типичных пород (их структурно-текстурных признаков) низшей ступени метаморфизма.

*Метаморфические породы, образованные по кремнистым осадкам.* Микро- и макроскопически изучите особенности минерального состава и структуры. Зарисуйте типичную структурную картину, определите минеральный состав. Запишите характерный минеральный парагенезис низшей ступени этих пород.

*Метаморфические породы, образованные по карбонатным осадкам.* Микро- и макроскопически изучите особенности минерального состава и структуры. Зарисуйте типичную структурную картину, определите минеральный состав. Запишите характерный минеральный парагенезис низшей ступени этих пород.

*Метаморфические породы, образованные по песчано-глинистым осадкам.* Изучите особенности минерального состава и структуры. Зарисуйте типичную структурную картину, определите минеральный состав. Запишите характерный минеральный парагенезис низшей ступени этих пород.

*Метаморфические породы, образованные по интрузивным средним и кислым породам.* Микро- и макроскопически изучите особенности мине-

рального состава и структуры. Зарисуйте типичную структурную картину, определите минеральный состав. Запишите характерный минеральный парагенезис низшей ступени этих пород.

*Метаморфические породы, образованные по интрузивным основным и ультраосновным породам.* Микро- и макроскопически изучите особенности минерального состава и структуры. Зарисуйте типичную структурную картину, определите минеральный состав. Запишите характерный минеральный парагенезис низшей ступени этих пород.

**Ожидаемый результат:** научиться макро-, и микроскопически определять породы низшей ступени регионального метаморфизма, запомнить внешний вид и минеральный состав пород. **Форма контроля знаний:** проверка тетрадей для лабораторных работ. Оценка за выполненную работу производится по трехбалльной шкале.

## ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ № 4, № 5

(2 учебных часа)

**Тема работ:** *Средняя и высшая ступень регионального метаморфизма.*

**Цель работ:** макро-, и микроскопически изучить метаморфические породы средней и высшей ступени метаморфизма. Научиться различать по структурно-текстурным признакам и минеральным ассоциациям породы средней и высшей ступени метаморфизма. Ознакомиться с образцами пород средней и высшей ступени метаморфизма.

**Необходимые материалы и приборы:** коллекция образцов и набор шлифов метаморфических пород средней и высшей ступени метаморфизма, таблицы для определения оптических свойств минералов, поляризационный микроскоп, справочное пособие по оптической минералогии, курс лекций и учебник по петрографии, тетрадь для лабораторных и контрольных работ, карандаш, ручка.

**Ход работы.** Познакомьтесь с основными разновидностями пород средней ступени метаморфизма (см. приложение 6). Рассмотрите коллекцию метаморфических пород средней и высшей ступени метаморфизма, найдите, опишите и зарисуйте примеры типичных пород (их структурно-текстурных признаков) средней и высшей ступени метаморфизма.

*Метаморфические породы, образованные по кремнистым осадкам.* Микро- и макроскопически изучите особенности минерального состава и структуры. Зарисуйте типичную структурную картину, определите минеральный состав. Запишите характерный минеральный парагенезис средней и высшей ступени этих пород.

*Метаморфические породы, образованные по карбонатным осадкам.* Микро- и макроскопически изучите особенности минерального состава и

структуры. Зарисуйте типичную структурную картину, определите минеральный состав. Запишите характерный минеральный парагенезис средней и высшей ступени этих пород.

*Метаморфические породы, образованные по песчано-глинистым осадкам.* Микро- и макроскопически изучите особенности минерального состава и структуры. Зарисуйте типичную структурную картину, определите минеральный состав. Запишите характерный минеральный парагенезис средней и высшей ступени этих пород.

*Метаморфические породы, образованные по интрузивным средним и кислым породам.* Микро- и макроскопически изучите особенности минерального состава и структуры. Зарисуйте типичную структурную картину, определите минеральный состав. Запишите характерный минеральный парагенезис средней и высшей ступени этих пород.

*Метаморфические породы, образованные по интрузивным основным и ультраосновным породам.* Микро- и макроскопически изучите особенности минерального состава и структуры. Зарисуйте типичную структурную картину, определите минеральный состав. Запишите характерный минеральный парагенезис средней и высшей ступени этих пород.

**Ожидаемый результат:** макро- и микроскопически научиться определять породы средней и высшей ступени регионального метаморфизма, запомнить внешний вид и минеральный состав пород. **Форма контроля знаний:** проверка тетрадей для лабораторных работ. Оценка за каждую выполненную работу производится по трехбалльной шкале.

## КОНТРОЛИРУЕМАЯ САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА № 2

(4 учебных часа)

**Тема работы:** *Ступени регионального метаморфизма.*

**Цель работы:** закрепить навыки и показать умение макро- и микроскопически определять и описывать минеральный состав, текстуры и структуры метаморфических пород средней и высшей ступени метаморфизма.

**Необходимые материалы и приборы:** коллекция образцов и набор шлифов метаморфических пород, таблицы для определения оптических свойств минералов, поляризационный микроскоп, справочное пособие по оптической минералогии, курс лекций и учебник по петрографии, тетрадь для лабораторных и контрольных работ, карандаш, ручка.

**Ход работы.** 1. Изучите под микроскопом и опишите контрольный шлиф метаморфической породы. Самостоятельно изучите коллекцию образцов, выберите и макроскопически опишите метаморфическую породу, соответствующую шлифу, предложенному преподавателем. Описание шли-

фа и образца горной породы производите согласно схеме (см. приложения 2–4, 6). 2. Макроскопически (устно) определите все образцы регионально-метаморфических пород, предложенные преподавателем.

**Ожидаемый результат:** показать умение макро- и микроскопически определять и описывать регионально-метаморфические породы, определять степень метаморфизма.

**Форма контроля знаний.** Контрольная работа состоит из двух этапов и соответственно из двух оценок<sup>4</sup>. Определение пород оценивается по пяти-балльной шкале. Описание контрольного шлифа оценивается по десяти-балльной шкале.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6

(2 учебных часа)

**Тема работы:** *Метасоматизм. Типы метаморфизма.*

**Цель работы:** изучить процесс метасоматизма и другие метаморфические процессы: *динамометаморфизм, контактовый метаморфизм, ультраметаморфизм.* Научиться различать по структурно-текстурным признакам и минеральным ассоциациям различные типы метаморфизма. Научиться макро- и микроскопически определять метасоматические, ультраметаморфические и динамометаморфические горные породы.

**Необходимые материалы и приборы:** коллекция образцов и набор шлифов метасоматических, ультраметаморфических и динамометаморфических горных пород, таблицы для определения оптических свойств минералов, поляризационный микроскоп, справочное пособие по оптической минералогии, курс лекций и учебник по петрографии, тетрадь для лабораторных и контрольных работ, карандаш, ручка.

**Ход работы.** Учиться определять на практике основные типы метаморфических процессов. Рассмотрите коллекцию метасоматических, ультраметаморфических и динамометаморфических горных пород, опишите и зарисуйте примеры типичных пород (их структурно-текстурные признаки).

*Метасоматический процесс (контактово-гидротермальный процесс).* Макроскопически опишите *березит, листвениит, альбитофир, фенит, скарн, грейзен.* Изучите и запишите минеральный парагенезис, кратко опишите шлиф скарна или другой метасоматической (контактово-гидротермальной) породы. Запишите и зарисуйте структурно-текстурные и минералогические признаки, указывающие на прошедший метасоматический процесс. Макроскопически опишите все метасоматические породы из коллекции кабинета минералогии и петрографии.

---

<sup>4</sup> Принципы оценивания контрольных работ смотрите на стр. 24.

*Динамометаморфический процесс.* Макроскопически опишите *милониты, катаклазиты и тектонические брекчи* различных типов пород. пишите структурно-текстурные и минералогические признаки, указывающие на прошедший процесс динамометаморфизма (катаклаза). Кратко опишите шлиф катаклазированной породы, укажите ее название. Макроскопически опишите все катаклазиты из коллекции кабинета минералогии и петрографии.

*Ультраметаморфический процесс.* Макроскопически опишите *мигматиты*. Запишите структурно-текстурные и минералогические признаки, указывающие на прошедший ультраметаморфический процесс. Макроскопически опишите все ультраметаморфические породы из коллекции кабинета минералогии и петрографии.

**Ожидаемый результат:** по ряду структурно-текстурных и минеральных признаков научиться определять тип метаморфического процесса и породы, принадлежащие различным типам метаморфических процессов. **Форма контроля знаний:** проверка тетрадей для лабораторных работ. Оценка за выполненную работу производится по трехбалльной шкале.

### КОНТРОЛИРУЕМАЯ САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА № 3

(4 учебных часа)

**Тема работы:** *Типы метаморфизма.*

**Цель работы:** закрепить навыки и показать умение макро- и микроскопически определять и описывать минеральный состав, текстуры и структуры метаморфических пород, определять тип метаморфизма.

**Необходимые материалы и приборы** коллекция образцов и набор шлифов метаморфических пород, таблицы для определения оптических свойств минералов, поляризационный микроскоп, справочное пособие по оптической минералогии, курс лекций и учебник по петрографии, тетрадь для лабораторных и контрольных работ, карандаш, ручка.

**Ход работы.** 1. Изучите под микроскопом и опишите контрольный шлиф метаморфической породы. Самостоятельно изучите коллекцию образцов, выберите и макроскопически опишите метаморфическую породу, соответствующую шлифу, предложенному преподавателем. Описание шлифа и образца горной породы производите согласно схеме (см. приложения 2–4, 6). 2. Макроскопически (устно) определите все образцы метаморфических пород, предложенные преподавателем, назовите тип метаморфизма.

**Ожидаемый результат:** показать умение макро- и микроскопически определять и описывать метаморфические породы, определять тип метаморфизма.

**Форма контроля знаний:** Контрольная работа состоит из двух этапов и соответственно из двух оценок<sup>5</sup>. Определение пород оценивается по пятибалльной шкале. Описание контрольного шлифа оценивается по десятибалльной шкале.

## КОНТРОЛИРУЕМАЯ САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА № 4

(2 учебных часа)

**Тема работы:** *Макроскопическое определение метаморфических пород и установление ступени метаморфизма и/или типа метаморфизма.*

**Цель работы:** показать умение макроскопически определять метаморфические породы, определять степень их метаморфизма, исходные породы, по которым они образовались и/или тип метаморфизма.

**Необходимые материалы и приборы:** коллекция образцов метаморфических пород, курс лекций и учебник по петрографии.

**Ход работы.** Макроскопически (устно) определите все образцы метаморфических пород, предложенные преподавателем, назовите тип метаморфизма, степень для регионально-метаморфических и исходные породы, по которым они образовались.

**Ожидаемый результат:** закрепить навыки и показать умение макроскопически определять метаморфические породы, устанавливать степень метаморфизма, определять тип метаморфического процесса и исходный материал для ее образования.

**Форма контроля знаний:** проверка умения определять образцы и судить о метаморфических процессах. Оценка производится по **девятибалльной** шкале: 9 – отличное знание горных пород и процессов; 8 – отличное знание пород, незначительные ошибки в теоретической части; 7–6 – хорошее знание пород, значительные ошибки в теоретической части; 5–4 – среднее знание пород, значительные ошибки в теории; 3–2 – плохое знание пород, грубые ошибки в теории (уровень узнавания).

---

## ЛИТЕРАТУРА

### Основная

- Батти Х., Принг А.* Минералогия для студентов / Пер. с англ. М., 2001. 429 с.  
*Вильямс Х, Тернер Ф., Гилберт Ч. М.* Петрография. Т. 1. М., 1985. 325 с.  
*Даминова А. М.* Породообразующие минералы. М., 1963. 135 с.  
*Даминова Е. А.* Петрография магматических горных пород. М., 1967. 276 с.

---

<sup>5</sup> Принципы оценивания контрольных работ смотрите на стр. 24.

- Емельяненко П. Ф., Яковлева Е. Б.* Петрография магматических и метаморфических пород. М., 1985. 247 с.
- Кузнецов Е. А.* Краткий курс петрографии магматических и метаморфических пород. М., 1970. 325 с.
- Лодочников В. Н.* Главнейшие породообразующие минералы. М.-Л., 1947, 1952.
- Маракушев А. А., Бобров А. В., Перцев Н. Н., Феногенов А. Н.* Петрология. I. Основы кристаллооптики и породообразующие минералы. М., 2000. 316 с.
- Половинкина Ю. Ир.* Структуры и текстуры изверженных и метаморфических горных пород. М., 1966. 340 с.
- Саранчина Г. М., Шинкарев Н. Ф.* Петрология магматических и метаморфических пород. Л., 1973. 390 с.
- Саранчина Г. М.* Породообразующие минералы (методика определения кристаллооптических констант, характеристика минералов): Учеб. пособие. СПб., 1997. 156 с.
- Сиротин К. М.* Определитель минералов. М., 1970.
- Татарский В. Б.* Кристаллооптика и иммерсионный метод исследования минералов. М., 1965. 306 с.
- Трусова И. Ф., Чернов В. И.* Петрография магматических и метаморфических горных пород. М., 1982. 272 с.
- Штефан Л. В.* Основы кристаллооптики: Учеб. пособие. Мн., 2003. 98 с.
- Штефан Л. В.* Петрография магматических пород: Курс лекций. Мн., 2004. 120 с.
- Штефан Л. В.* Петрография метаморфических пород: Курс лекций. Мн., 2005. 120 с.

## Дополнительная

- Заварицкий А. Н.* Изверженные горные породы. М., Изд. АН СССР, 1955. 450 с.
- Классификация магматических (изверженных) пород и словарь терминов. Рекомендации Подкомиссии по систематике изверженных пород Международного союза геологических наук. Пер. с англ. М., 1997. 248 с.
- Петрографический кодекс. Магматические и метаморфические образования / Под ред. Н. П. Михайлова и др. СПб., 1995. 128 с.
- Рыка В., Малишевская А.* Петрографический словарь. М., 1989. 590 с.
- Соболев Р. Н.* Методы оптического исследования минералов. М., 1990. 283 с.
- Трегер В. Е.* Таблицы для оптического определения породообразующих минералов. М., 1967. 275 с.
- 

## РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ

### I. Основы кристаллооптики, ч. 1 (зачет)

Для зачета необходимо:

1. Выполнить все лабораторные и контрольные работы (всего 9 пар). В случае пропуска отработать. Выполнить не менее чем на 4 балла две контрольные работы и два проверочных тестовых задания.
2. Выполнить итоговое задание в тестовой форме не менее чем на 5 баллов – 46 % ответов от общего числа вопросов.

Оценка, полученная за итоговое тестовое задание, учитывается при выставлении экзаменационной оценки по «Основам кристаллооптики, ч.2» на 3 курсе.

### II. Основы кристаллооптики, ч. 2 (экзамен)

Максимальное количество пунктов, которые может набрать студент, соответствует 100. Общая оценка складывается из суммы пунктов, заработанных в течение семестра и экзамена:

10=100–96; 9=95–86; 8=85–76; 7=75–66; 6=65–56; 5=55–46; 4=45–36

К экзамену допускаются студенты, которые в течение семестра набрали не менее 18 пунктов и отработали все лабораторные занятия и КСР. Общая оценка включает:

1. **Лабораторные работы** (7 лабораторных – 14 часов) – **максимум 21 пункт** за работу и качество ведения тетради для лабораторных работ (на каждом занятии – от 1 до 3 пунктов: 1 – плохая работа, цель занятия не достигнута, работа оформлена плохо, с недочетами; 2 – хорошая работа, цель занятия достигнута, но есть недочеты, недоделки; 3 – отличная работа, цель занятия достигнута, все выполнено отлично).
2. **Контрольные работы** (3 КСР – 6 часов). Первые две КСР – **максимум 20 пунктов** (оценка по десятибалльной шкале). Неудовлетворительно выполненные работы должны быть переделаны. Третья КСР – **максимум 9 пунктов** (всего 29 пунктов).
3. **Тестовое задание** – **максимум 10 пунктов**. За неудовлетворительно выполненное тестовое задание (оценка, соответствующая 4 и ниже баллам по десятибалльной шкале) на экзамене студент получает дополнительный устный вопрос по теме.
4. **Экзамен по всему курсу** (в виде теста) – **максимум 30 пунктов** плюс оценка за итоговый тест по «основам кристаллооптики, ч. 1» – **максимум 10 пунктов** (всего 40 пунктов).

### III. Петрография магматических пород (экзамен)

Максимальное количество – 100 пунктов. К экзамену допускаются студенты, которые в течение семестра набрали не менее 22 пунктов и отработали все лабораторные работы и занятия КСР, сдали минимум по определению горных пород. Общая оценка складывается из суммы пунктов, заработанных в течение семестра и экзамена:

1. **Лабораторные работы** (7 лабораторных – 14 часов). Предусмотрено – **максимум 21 пункт** за работу на занятии и качество ведения тетради (одно занятие – от 1 до 3 пунктов).
2. **Работы КСР** (3 КСР – 12 часов) по макроскопическому определению горных пород – три контрольных определения (за одну КСР – до 5 пунктов) – **максимум 15 пунктов**.
3. **Выполнение контрольных работ** (3 работы – 12 часов) по микроскопическому определению горных пород (за одну КСР – до 10 пунктов) – **максимум 30 пунктов**.
4. **Тестовые задания** (4 теста; за один тест – до 5 пунктов за 10 баллов) – **максимум 20 пунктов**. За неудовлетворительно выполненное тестовое задание (оценка, соответствующая 4 и ниже баллам по десятибалльной шкале) на экзамене студент получает дополнительный устный вопрос по теме.
5. **Экзамен письменно** (в виде теста) – **максимум 10 пунктов** (оценка в 10 баллов) и устно (определение горной породы) – **максимум 4 пункта** за правильное определение.

### IV. Петрография метаморфических пород (экзамен)

Максимальное количество – 100 пунктов. К экзамену допускаются студенты, в течение семестра набравшие не менее 24 пунктов и отработавшие все лабораторные и занятия КСР, сдали минимум по определению горных пород. Общая оценка включает:

1. **Лабораторные работы** (6 лабораторных – 12 часов) – **максимум 18 пунктов** за работу на занятии и качество ведения тетради (одно занятие – от 1 до 3 пунктов).
2. **Работы КСР** (4 КСР – 12 часов) по макроскопическому определению метаморфических горных пород: КСР № 1 – до 3; №№ 2,3 – до 5; № 4 – до 9 пунктов – **максимум 22 пункта**.
3. **Выполнение контрольных работ** (3 работы – 5 пар) по микроскопическому определению горных пород (за КСР № 1 – до 5, №№ 2,3 – до 10 пунктов) – **максимум 25 пунктов**.
4. **Тестовые задания** (4 теста, один тест до 5 пунктов за оценку в 10 баллов) – **максимум 20 пунктов**. За неудовлетворительно выполненное тестовое задание (оценка, соответствующая 4 и ниже баллам по десятибалльной шкале) на экзамене студент получает дополнительный устный вопрос по теме.
5. **Экзамен: письменно** (в виде теста) – **максимум 10 пунктов** (оценка в 10 баллов) и устно (определение горных пород) – **максимум 5 пункта** за правильное определение.



## Приложение 1

### Образец оформления контрольной работы по «Петрографии магматических пород»

Контрольная работа № ...

(тема, например, «Ультрамафитовые породы», номер шлифа)

#### Название породы

**I. Структура породы.** Перечислите все типы структур, которые можно определить в данном шлифе, например, средне-крупнозернистая, неравнозернистая, порфировидная, аллотриоморфнозернистая – для интрузивной породы. Для эффузивной породы определите сначала макроструктуру, например, порфировая, а затем определите структуру основной массы, например, апостекловатая, микролитовая, полустекловатая и др. Приведите схематичный рисунок породы (укажите диаметр поля зрения, основные минералы и схематично взаимоотношения минералов – структуру), сделайте соответствующие пояснения под рисунком.

#### II. Минеральный состав породы:

*Основные породообразующие минералы* (перечислите и укажите проценты, всего 100 %).

Для **интрузивной породы**, например:

Моноклинный пироксен – 15 %  
Ромбический пироксен – 10 %  
Роговая обманка – 65 %

*Второстепенные минералы* (перечислите и укажите проценты), например:

Калиевый полевой шпат – 3 %  
Биотит – 2 %

*Аццессорные минералы* (перечислите и укажите проценты), например:

Магнетит (рудные минералы) – 3 %  
Циркон, апатит, сфен – единичные зерна (ед. з.), или первые проценты.

*Вторичные минералы* (перечислите названия и укажите, по каким минералам), например: хлорит и магнетит по клинопироксену, актинолит по роговой обманке и др.

Для **эффузивной породы** укажите минеральный состав следующим образом:

*Основные минералы:*

#### Минералы вкрапленники:

Оливин – 15 %  
Клинопироксен – 15 %  
Флогопит – 10 %

#### Минералы основной массы:

Клинопироксен – 20 %  
Флогопит – 5 %  
Плагиоклаз – 15 %  
Кальцит, глинистые минералы и др. – 20 %

*Второстепенные минералы:*

Ортопироксен – 5 % (во вкрапленниках)

*Аццессорные минералы:* магнетит, апатит – 1–2 %

*Вторичные минералы:* хлорит по клинопироксену, серпентин и пылеватый магнетит по оливину.

#### III. Описание минералов

Описывайте минералы в порядке убывания их процентного содержания, например: «*Роговая обманка*. Является основным породообразующим минералом данной породы. Размеры зерен варьируют от ... мм, до ... мм. Форма зерен такая-то. Цвет такой-то. Плеохроизм сильный (слабый) от зеленого по Ng, до ... по Nr. Показатель преломления ... (т. к. шагреновая поверх-

ность и т.д.). Двупреломление ... (такие-то цвет интерференции). Удлинение (– или +). Угол погасания (с:Ng или с:Np). Спайность такая-то в стольких-то направлениях, такой-то угол спайности (если возможно определить). Далее описывайте изменения минерала (например, «по трещинам спайности в Rgb развивается хлорит...»), либо укажите, что минерал свежий, без изменений). Вторичный минерал описывается тут же. Например, «...по роговой обманке развивается волокнистый хлорит светло-зеленого цвета со слабым плеохроизмом от светло-зеленого, до ... цвета. Для хлорита характерны такие-то оптические свойства (показатель преломления и двупреломление, погасание)».

Далее описывайте в таком же порядке все основные минералы. Второстепенные минералы можно описать несколько короче, но необходимо указать основные оптические свойства, по которым вы его определили. Для аксессуарных минералов можно указать только формы, размеры, показатель преломления и двупреломление, если есть – спайность.

#### **IV. Взаимоотношения минералов**

В этом разделе дается общее описание породы, которую вы видите в шлифе. Это расширенное объяснение выбранной вами структуры (объясните, почему она неравнозернистая, крупнозернистая, гипидиоморфнозернистая – какой минерал более идиоморфен, а какой или какие менее идиоморфны и т. д.). Назовите породу, объясните свой выбор названия. Укажите количество светлоцветных и темноцветных минералов (индекс мафичности, М %). Характеризуйте породу как мезократовую (типичную), лейкократовую (более светлую, чем средний тип) или меланократовую (более темную, чем средний тип). Название породы вынесите в начало работы. Дайте общую характеристику степени изменения породы: совсем не изменена или частично, либо сильно изменена. Если возможно, опишите ход изменения пород или процесс, приведший к появлению данного типа структуры и данных вторичных минералов. По возможности, определите порядок кристаллизации (образования минералов по степени идиоморфизма). Укажите повышенные концентрации какого-либо полезного (рудного компонента), например магнетита или аксессуарных минералов (циркона, апатита и др.), если они имеют место.

## **Приложение 2**

### **Образец описания горной породы**

#### **1. Магматическая порода.**

*Цвет породы* (общий облик или цвет ее составных частей). *Текстура* (массивная, гнейсовидная, порфиroidная, порфиrowая, такситовая, пористая, миндалекаменная и др.), *структура* (крупно-, средне-, мелкозернистая, афировая, порфиrowая и др.). *Минеральный состав* (указываются видимые простым глазом минералы, приблизительно их процентное соотношение, в эффузивных породах указывают минералы–вкрапленники). *Фациальные условия* (интрузивная, эффузивная, жильная). Указывают *степень изменения* (или неизменность) породы (например, порода слегка изменена вторичными процессами, т. к. цвет КППШ стал бурым; или ... «порода приобрела зеленоватый цвет из-за замещения темноцветных минералов хлоритом, актинолитом»). *Название породы* (кремнекислотность и щелочность, если возможно определить).

#### **2. Метаморфическая порода.**

*Цвет породы* (общий облик или цвет ее составных частей). *Текстура* (сланцеватая, гнейсовидная, массивная, слоистая, бластоsamмитовая и др.), *структура* (крупно-, средне-, мелкозернистая, афировая, порфиробластовая, бластопорфиrowая, очковая, узелковая и др.). *Минеральный состав* (указываются видимые простым глазом минералы, приблизительно их процентные соотношения, при порфиробластовых структурах указывают минералы–вкрапленники). *Степень метаморфизма* (низшая, средняя или высшая) или тип метаморфического процесса (динамо-, ультра-, контактовый и др.). Делают предположение о составе исходной породы (образовалась по глинистым, карбонатным, основным и др.). *Название породы*.

## Приложение 3

### Образец оформления контрольной работы по «Петрографии метаморфических пород»

Контрольная работа № ...

(тема, например, «Породы средней степени метаморфизма», номер шлифа)

#### Название породы

**I. Структура породы в шлифе.** Перечислите все типы структур, которые можно определить в данном шлифе, например, средне-крупнозернистая, порфиробластовая, нематобластовая, пойкилитовая. Приведите схематичный рисунок (укажите основные минералы и взаимоотношения минералов – структуру), сделайте соответствующие пояснения.

#### II. Минеральный состав породы:

Разделите минералы на группы: а) по количественному признаку – главные, второстепенные; б) по генетическому принципу – реликтовые, равновесные, минералы позднего диафтореза. 2. Определите количественно-минеральный состав породы (в %, см. приложение 1). Опишите минералы (начиная с главных; минералы позднего диафтореза описываются вслед за тем минералом, по которому они образуются). Пример описания минералов – см. приложение 1.

#### III. Взаимоотношения минералов:

Дайте характеристику структуры и текстуры породы. В случае порфиробластовой структуры опишите сначала порфиробласты (форму, размер, пойкилитовые включения), если тот же минерал присутствует в основной массе, отметьте его отличия – формы, размер и др. Затем опишите основную ткань породы с указанием особенностей ее структуры, особенностей перекристаллизации, замещения одних минералов другими. Сделайте предположение о степени ее метаморфизма, о направлении процесса – прогрессивный, регрессивный, диафторез. Если порода низшей степени, по минеральным парагенезисам и структурно-текстурным признакам предположите состав исходной породы, по которой она образовалась. Назовите породу и обоснуйте свой выбор названия.

## Приложение 4

### Типоморфные минералы для ступеней регионального метаморфизма

Группа минералов	<i>Нижняя ступень</i> <i>T 200–300 °C</i>	<i>Средняя ступень</i> <i>T 400–500 °C</i>	<i>Высшая ступень</i> <i>T &gt; 500–600 °C</i>
Листоватые	Хлорит, серицит, тальк, серпентин	Биотит, мусковит, флогопит	Биотит
Силикаты алюминия	Андалузит	Дистен (кианит)	Силлиманит
Аломосиликаты железа и магния	Хлоритоид	Ставролит	Кордиерит
Цветные силикаты	Тремолит, актинолит, глаукофан	Роговая обманка	Пироксены, оливины
Полевые шпаты	Кислые плагиоклазы	Средние плагиоклазы	Основные плагиоклазы

**Примечание.** Минералами устойчивыми на всех ступенях регионального метаморфизма, являются кварц, альбит, карбонаты, минералы группы эпидота и группы граната, аксессуарные минералы.

## Приложение 5

## Классификация магматических пород

Ряд →	<i>Нормальной щелочности</i>		<i>Щелочной</i>	
SiO <sub>2</sub> , %	<b>Интрузивные</b>	<b>Эффузивные</b>	<b>Интрузивные</b>	<b>Эффузивные</b>
34	Оливиниты Дуниты Перидотиты: • Гарцбургит • Лерцолит • Верлит	--- Меймечиты Пикриты Коматииты	Ультраосновные фоидолиты	Щелочные пик- риты  Ультраосновные фоидиты
45	Пироксениты Горнблендиты Габброиды: • Троктолит • Норит • Габбронорит • Габбро • Анортозит	--- --- Базальтоиды	Основные фоидо- литы Габброиды ще- лочные  Сиениты фельдшпатоидные основные	Фоидиты ос- новные  Базальты ще- лочные  Фонолиты ос- новные
53	Габбродиориты  Диориты	Андезибазальты  Андезиты	Фельдшпатоидные сиениты Щелочные сиениты	Фонолиты  Щелочные тра- хиты
64	Кварцевые диориты	Дациандезиты	Щелочные граносиениты Щелочные граниты Щелочные лейкограниты	Щелочные тра- хидацииты Пантеллериты  Комендиты
64	Гранодиориты  Граниты	Дациты  Риодациты	Щелочные граносиениты Щелочные граниты Щелочные лейкограниты	Щелочные тра- хидацииты Пантеллериты  Комендиты
78	Лейкограниты	Риолиты	Щелочные граносиениты Щелочные граниты Щелочные лейкограниты	Щелочные тра- хидацииты Пантеллериты  Комендиты

### Классификация магматических пород субщелочного ряда

SiO <sub>2</sub> , %	<b>Интрузивные</b>	<b>Эффузивные</b>
45 53	Монцогаббро	Трахибазальты
53 64	Монцониты — Сиениты	Трахиандезибазальты Трахиандезиты Трахиты
64 78	Граносиениты Субщелочные граниты Субщелочные лейкограниты	Трахидацииты Трахиродациты Трахиреолиты

## Приложение 6 Главные разновидности регионально-метаморфических пород

Состав исходной породы	Низшая ступень	Средняя ступень	Высшая ступень
Глинистые и песчано-глинистые	Филлиты, хлорит-серицитовые сланцы. Типоморфные минералы: <b>гранат, хлоритоид и андалузит</b>	Слюдяные сланцы Типоморфные минералы: <b>гранат, ставролит и дистен</b>	Парагнейсы Типоморфные минералы: <b>гранат, гиперстен, кордиерит и силлиманит</b>
Кварцевые песчаники с глинистым цементом	Хлорит-серицитовые кварциты, серицит- и хлоритовые сланцы	Слюдяные кварциты Слюдяно-кварцевые сланцы	Полевошпатовые кварциты Парагнейсы
Аркозовые песчаники с глинистым цементом	Альбит-серицитовые и серицитовые сланцы	Слюдяные парагнейсы	Парагнейсы
Известняки чистые	Мраморы	Мраморы	Мраморы
Известняки с примесями	Силикатные мраморы и карбонатные сланцы Типоморфные минералы: <b>тальк, серпентин, тремолит, актинолит, хлорит</b>	Силикатные мраморы Типоморфные минералы: <b>гроссуляр, волластонит, скаполит, флогопит, роговая обманка, сред. плагиоклаз</b>	Силикатные мраморы Типоморфные минералы: <b>форстерит, диопсид, основные плагиоклазы, шпинели</b>
Магматические породы основного и среднего состава	Порфиристоиды, зеленые сланцы, альбит-актинолитовые амфиболиты Типоморфные минералы: <b>альбит, группа эпидота, хлорит, актинолит</b>	Амфиболиты и амфиболовые сланцы Типоморфные минералы: <b>средний плагиоклаз, роговая обманка, гранат, пироксен, группа эпидота</b>	Пироксен-плагиоклазовые и гранато-пироксеновые породы Типоморфные минералы: <b>основные плагиоклазы, гиперстен, клинопироксен, гранат</b>
Ультраосновные породы: перидотиты, пироксениты и серпентиниты	Антигоритовые серпентиниты и серпентиновые сланцы, тальковые, хлоритовые и амфиболовые ( <b>антофиллит, актинолит и тремолит</b> )	Роговообманковые породы и роговообманковые сланцы	Оливин-пироксеновые и пироксеновые породы
Магматические породы кислого состава	Порфиристоиды, альбит-серицитовые сланцы	Слюдяные ортогнейсы	Ортогнейсы

Рельеф	Шагреновая поверхность	Эталонные минералы	Показатель преломления
Отрицательный, ясный*	Резкая	Опал, флюорит, содалит, нозеан, гаюин, лейцит	$n < 1,52$
Отрицательный, слабый	Очень слабая	Ортоклаз, альбит, Микроклин	$n < 1,54$
Нет или очень слабый положительный	Нет	Кварц, Олигоклаз	$n \approx 1,54$
Положительный, слабый	Слабо выражена	Кордиерит	$n = 1,56 - 1,60$
Положительный, слабый	Хорошо заметна	Андалузит, апатит, турмалин, роговая обманка	$n = 1,61 - 1,65$
Положительный, резкий	Резкая	Оливин, пироксены	$n = 1,66 - 1,70$
Положительный, очень резкий	Очень резкая	Эпидот, цоизит, гранат	$n = 1,71 - 1,73$
Положительный, чрезвычайно резкий	Чрезвычайно резкий	Сфен, циркон, рутил	$n > 1,75$

**Оценка двупреломления минералов в шлифах нормальной толщины**

Двупреломление	$\Delta = n_g - n_p$	Интерференционная окраска
Очень слабое	$< 0,005$	Нет выше светло-серой I порядка
Слабое	$0,005 - 0,010$	Не выше светло-желтой I порядка
Среднее	$0,010 - 0,025$	Не выше синей II порядка (нет зеленых)
Сильное	$0,025 - 0,100$	Есть зеленые; нет перламутровых
Очень сильное	$0,100 - 0,180$	Есть перламутровые; нет белого цвета высших порядков
Исключительно сильное	$> 0,180$	Есть белый цвет высших порядков

\* Характер рельефа (положительный или отрицательный) уточняется после определения относительного показателя преломления по методу Бекке.

## СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие.....	3
Основы кристаллооптики, ч. 1.....	4
Лабораторная работа № 1.....	4
Лабораторная работа № 2.....	4
Лабораторная работа № 3.....	5
Лабораторная работа № 4.....	6
Контролируемая самостоятельная (практическая) работа № 1.....	8
Лабораторная работа № 5.....	9
Лабораторная работа № 6.....	10
Контролируемая самостоятельная работа № 2.....	11
Контролируемая самостоятельная работа № 3.....	11
Основы кристаллооптики, ч. 2.....	12
Лабораторные работы № 1, № 2, № 3.....	12
Контролируемая самостоятельная (практическая) работа № 1.....	14
Лабораторная работа № 4.....	14
Лабораторное занятие № 5.....	16
Контролируемая самостоятельная работа (практическая) № 2.....	17
Лабораторная работа № 6.....	18
Лабораторная работа № 7.....	19
Контролируемая самостоятельная (практическая) работа № 3.....	20
Петрография магматических пород.....	21
Лабораторная работа № 1.....	21
Лабораторные работы № 2, № 3.....	22
Лабораторная работа № 4.....	23
Контролируемая самостоятельная работа (практическая) № 1.....	24
Лабораторная работа № 5.....	25
Лабораторная работа № 6.....	26
Контролируемая самостоятельная (практическая) работа № 2.....	27
Лабораторная работа № 7.....	27
Контролируемая самостоятельная (практическая) работа № 3.....	28
Петрография метаморфических пород.....	29
Лабораторная работа № 1.....	29
Лабораторная работа № 2.....	31
Контролируемая самостоятельная (практическая) работа № 1.....	32
Лабораторная работа № 3.....	33
Лабораторные работы № 4, № 5.....	34
Контролируемая самостоятельная (практическая) работа № 2.....	35
Лабораторная работа № 6.....	36
Контролируемая самостоятельная (практическая) работа № 3.....	37
Контролируемая самостоятельная (практическая) работа № 4.....	38
Литература.....	38
Рейтинговая система оценки.....	39
Приложения.....	41

Учебное издание

**Штефан** Лариса Васильевна

**ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ  
ПО КРИСТАЛЛООПТИКЕ  
И ПЕТРОГРАФИИ**

**Для студентов  
специальности 1-51 01 01  
«Геология и разведка месторождений  
полезных ископаемых»**

В авторской редакции

Ответственный за выпуск *Л. В. Штефан*

Подписано в печать 15.12.2005. Формат 60×84/16. Бумага офсетная.  
Гарнитура Таймс. Усл. печ. л. 2,67. Уч.-изд. л. 2,18. Тираж 50 экз. Зак.

Белорусский государственный университет.  
Лицензия на осуществление издательской деятельности  
№ 02330/0056804 от 02.03.2004.  
220050, Минск, проспект Незалежности, 4.

Отпечатано с оригинала-макета заказчика  
на копировально-множительной технике  
географического факультета  
Белорусского государственного университета.  
220050, Минск, ул. Ленинградская, 16