

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
и образовательным инновациям
_____ О.Н. Влрок



«30» марта 2020 г.

Регистрационный № УД-8132/уч.

ПЕТРОГРАФИЯ

**Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности:**

1-51 01 01 Геология и разведка месторождений полезных ископаемых

2020 г.

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта ОСВО 1-51 01 01-2013, учебного плана № I 51-004/уч. от 30.06.2013 г. и типовой программы ТД-I. 1339/тип от 05.04.2016 г.

СОСТАВИТЕЛЬ:

В.П. Самодуров, доцент кафедры региональной геологии факультета географии и геоинформатики Белорусского государственного университета, кандидат геолого-минералогических наук, доцент.

РЕЦЕНЗЕНТ:

Н.Ю. Денисова начальник отдела геологии и минерагении платформенного чехла, Республиканского унитарного предприятия «Научно-производственный центр по геологии», кандидат географических наук, доцент.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой региональной геологии БГУ
(протокол № 7 от 15.02.2020 г.);

Научно-методическим Советом БГУ
(протокол № 4 от 25.03.2020 г.)

Заведующий кафедрой
региональной геологии, доцент

Лукашѐв О.В.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная программа по учебной дисциплине «Петрография» разработана для учреждений высшего образования Республики Беларусь в соответствии с требованиями образовательного стандарта высшего образования первой ступени по специальности 1-51 01 01 «Геология и разведка месторождений полезных ископаемых».

Цели и задачи учебной дисциплины

Цель учебной дисциплины: – изучить особенности минералогического и химического состава магматических и метаморфических пород, их классификацию, строение, структурные характеристики, распространение и условия залегания. Особое внимание уделяется изучению процессов формирования магматических и метаморфических пород и связанных с ними полезных ископаемых.

В рамках поставленной цели **задачи учебной дисциплины** состоят в следующем:

1. сформировать современное представление студентов о процессах образования магматических и метаморфических пород;
2. привить навыки работ со шлифами магматических и метаморфических пород с использованием петрографического микроскопа;
3. освоить принципы классификации магматических и метаморфических пород;
4. дать навыки по определению типа пород, их генезиса и связанными с ними полезными ископаемыми.

Дисциплина «Петрография» является одним из основных предметов геологических специальностей в системе высшего образования. Петрография изучает магматические и метаморфические породы, процессы, приводящие к их образованию, а также влияние магматического и метаморфического петрогенезиса на формирование месторождений полезных ископаемых. Владение петрографией необходимо геологам широкого профиля, так как с магматическими и метаморфическими породами связаны многие важные полезные ископаемые.

Место учебной дисциплины в системе подготовки специалиста с высшим образованием.

Учебная дисциплина «Петрография» относится к циклу общенаучных и общепрофессиональных дисциплин государственного компонента.

Связи с другими учебными дисциплинами, включая учебные дисциплины компонента учреждения высшего образования, дисциплины специализации и др.

Учебная дисциплина «Петрография» базируется на знаниях, полученных при изучении учебных дисциплин «Минералогия», «Кристаллография», «Основы кристаллоптики». В свою очередь, знания, полученные при изучении учебной дисциплины «Петрография», являются базой для изучения учебной дисциплины «Геология Беларуси и смежных стран», дисциплины по выбору –

«Геологические критерии поисков месторождений полезных ископаемых», а также дисциплины специализации – «Специфика поисков и разведки полезных ископаемых».

В результате освоения учебной дисциплины студент должен:

знать:

- основные теоретические сведения о процессах формирования магматических и метаморфических пород;
- физико-химические факторы образования горных пород;
- классификацию и номенклатуру метаморфических и магматических пород;
- особенности минералогического и химического состава пород, их структурно-текстурные характеристики;
- основные типы полезных ископаемых, а также связь петрогенезиса с процессами рудообразования;
- основные структурно-вещественные комплексы кристаллического фундамента Беларуси;

уметь:

- проводить диагностику минералов, горных пород и руд;
- определять минералогический состав породы, её структуру и текстуру;
- определять тип породы в соответствии с классификацией и номенклатурой горных пород;
- делать выводы о закономерностях размещения основных групп магматических пород, условиях формирования и основных факторах метаморфизма, типах метаморфизма, самостоятельно решать вопросы генезиса пород;

владеть:

- комплексом знаний, практическими навыками работы с горными породами, необходимыми для установления происхождения пород как магматического, так и метаморфического генезиса;
- приёмами описания магматических и метаморфических пород разного состава в полевых условиях;
- навыками исследования шлифов горных пород с использованием петрографического поляризационного микроскопа.

Требования к компетенциям

Освоение учебной дисциплины «Петрография» должно обеспечить формирование следующих академических и профессиональных компетенций:

Академические компетенции:

АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.

АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом.

АК-3. Владеть исследовательскими навыками.

АК-4. Уметь работать самостоятельно.

АК-5. Быть способным вырабатывать новые идеи (креативность).

АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.

АК-7. Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.

АК-8. Иметь лингвистические навыки (устная и письменная коммуникация).

АК-9. Уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни.

Профессиональные компетенции:

Научно-исследовательская деятельность

ПК-6. Анализировать зарубежный опыт геологических исследований и поисков месторождений полезных ископаемых, рационального недропользования, разрабатывать рекомендации по международному сотрудничеству в области геологии и смежных наук о Земле.

Инновационная деятельность

ПК-41. Готовить научные и учебно-методические доклады, материалы к мультимедийным презентациям на основе анализа информационных ресурсов, инновационных технологий, проектов и решений.

ПК-42. Пользоваться глобальными информационными ресурсами, уметь работать с электронными геологическими и географическими картами и атласами, учебно-справочной литературой, осуществлять поиск, систематизацию и анализ информации по перспективам развития отрасли, инновационным технологиям, проектам и решениям

Структура учебной дисциплины

Дисциплина изучается в 5 и 6 семестрах дневной формы получения образования. Всего на изучение учебной дисциплины «Петрография» отведено: 200 часов, в том числе 108 аудиторных часов, из них:

– в 5 семестре очной формы получения высшего образования – всего 84 часа, в том числе – 56 аудиторных часов, из них – лекции – 26 часов, лабораторные занятия – 16 часов, практические занятия – 8 часов, управляемая самостоятельная работа – 6 часов (ДО).

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 2 зачетные единицы.

Форма текущей аттестации по учебной дисциплине – зачет.

– в 6 семестре очной формы получения высшего образования – всего 116 часов, в том числе – 52 аудиторных часов, из них – лекции – 24 часа, лабораторные занятия – 16 часов, практические занятия – 6 часов, управляемая самостоятельная работа – 6 часов (ДО).

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

Форма текущей аттестации по учебной дисциплине – экзамен.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

РАЗДЕЛ 1. ПЕТРОГРАФИЯ МАГМАТИЧЕСКИХ ГОРНЫХ ПОРОД

Тема 1.1. Введение в петрографию магматических горных пород

Общие сведения о петрографии. Породы осадочного, магматического и метаморфического генезиса. Предмет и задачи петрографии. Связь петрографии с другими науками. Краткая история развития петрографии.

Развитие микроскопических методов исследования в петрографии. Современные физико-химические методы исследования и их применение в петрографии и петрологии.

Общие сведения о магматических горных породах. Породы плутонические, вулканические и гипабиссальные.

Химический состав магматических горных пород. Элементы петрогенные, металлогенные элементы – примеси и летучие. Средний химический состав магматических пород. Кремнекислотность магматических пород. Нормальный, агпаитовый и плюмазитовый ряды магматических пород. Пересыщенные, насыщенные и ненасыщенные магматические породы. Минералогический состав магматических горных пород.

Минералы породообразующие, второстепенные и акцессорные. Минералы мафические и салические. Индекс мафичности и его петрологическое значение. Меланократовые и лейкократовые разности магматических пород.

Тема 1.2. Магма и кристаллизация магматических расплавов

Магма и кристаллизация магматических расплавов. Фазовые диаграммы и порядок кристаллизации магм. Ликвидус, солидус и фазы диаграммы состояния.

Кристаллизация расплавов с эвтектикой. Процессы кристаллизации в бинарной системе диопсид-анортит. Особенности кристаллизации расплавов с эвтектикой. Кристаллизация расплавов с образованием твердых растворов. Процессы кристаллизации в бинарной системе альбит-анортит.

Особенности кристаллизации расплавов твердых растворов. Реакционный ряд Н.Л. Боуэна парагенезиса мафических и салических минералов магматических пород нормального ряда. Последовательность кристаллизации минералов из расплава. Степень идиоморфизма минералов в составе магматических пород и последовательность их кристаллизации.

Тема 1.3. Текстуры и структуры магматических горных пород

Формы залегания магматических горных пород. Абиссальные и гипабиссальные плутонические тела. Магматические тела согласного и несогласного залегания. Согласные тела: стратиформные интрузивы, силы, лакколиты, лополиты, факолиты, мигматит-плутоны. Несогласные тела: интрузии центрального типа, дайки, кольцевые дайки, жилы, штоки, батолиты.

Дифференциация магмы в процессе кристаллизации и строение лополитов. Однофазные и многофазные интрузии. Диатремы. Экструзии.

Текстуры магматических пород (массивная, такситовая, шаровая, подушечная, флюидальная, трахитоидная). Текстуры вулканических пород и лавовых потоков. Текстуры туфогенно-осадочных пород. Отдельности магматических пород.

Структура магматических пород. Классификационные признаки структур магматических пород. Породы полнокристаллические, полукристаллические и стекловатые. Структуры фанеритовые, микрокристаллические и криптокристаллические (афанитовые). Классификация фанеритовых структур по размерам зерен. Равнозернистые, порфиоровые и порфировидные структуры. Структуры плутонических пород: панидиоморфнозернистая, гипидиоморфнозернистая (гранитовая, офитовая, пойкилитовая, монцонитовая, сидеронитовая), паналлотриоморфнозернистая (аплитовая, габбровая). Структуры прорастания (пегматиты, пертиты, антипертиты, мирмекиты). Структуры вулканических пород (порфиоровая, афировая, гиалиновая, витрофиоровая, гиалопилитовая, микролитовая, пилотакситовая, итерсертальная, фельзитовая, трахитовая, ортофиоровая).

Тема 1.4. Классификация и номенклатура магматических горных пород

Классификация магматических горных пород по химическому составу. Породы ультраосновные, основные, средние и кислые. Петрохимические ряды – породы нормальной щелочности, субщелочные и щелочные.

Классификация магматических пород нормального ряда. Ультраосновные плутонические породы (оливиниты, дуниты, перидотиты). Ультраосновные вулканические породы (пикриты, меймечиты, коматииты). Основные плутонические породы (габбро, нориты, троктолиты, анортозиты). Основные вулканические породы (базальты, андезито-базальты). Средние плутонические породы (диориты). Средние вулканические породы (андезиты). Кислые плутонические породы (граниты). Кислые вулканические породы (риолиты, дациты).

Классификация магматических пород субщелочного ряда. Основные субщелочные плутонические породы (монцогаббро, эссекситы). Основные субщелочные вулканические породы (трахибазальты). Средние субщелочные плутонические породы (монцониты, сиениты). Средние субщелочные вулканические породы (трахиандезиты, латиты). Кислые субщелочные плутонические породы (субщелочные граниты, граносиениты). Кислые субщелочные вулканические породы (трахириолиты, трахидациты).

Классификация магматических пород щелочного ряда. Ультраосновные щелочные плутонические породы (ультраосновные фойдолиты, щелочные пироксениты, мелилитолиты). Ультраосновные щелочные вулканические породы (ультраосновные фойдиты, мелилититы, кимберлиты, лампроиты). Основные щелочные плутонические породы (основные фойдолиты, щелочные габброиды). Основные щелочные вулканические породы (щелочные

базальтоиды). Средние щелочные plutonic породы (щелочные сиениты, фельдшпатоидные сиениты). Средние щелочные вулканические породы (фонолиты, щелочные трахиты). Кислые щелочные plutonic породы (щелочные граниты). Кислые щелочные вулканические породы (щелочные риолиты, щелочные трахидациты).

Классификация жильных (гипабиссальных) пород. Классификация вулканогенно-обломочных пород.

Тема 1.5. Ультраосновные магматические горные породы

Ультраосновные магматические породы, их распространенность, минералогический состав, индекс мафичности, цвет, вторичные преобразования. Структуры и текстуры ультрамафитов. Минеральный и химический состав ультрамафитов. Ультрамафиты нормальной щелочности и щелочные.

Классификация ультраосновных пород нормальной щелочности (оливинит – перидотит – пироксенит). Разновидности перидотитов (гарцбургит, верлит, лерцолит). Разновидности пироксенитов. Горнблендиты. Plutonic ультрамафиты. Вторичные изменения ультрамафитов. Морфология геологических тел ультрамафитов и особенности их залегания. Ультрамафиты геосинклинально-складчатых зон. Ультрамафиты платформ. Полезные ископаемые, связанные с интрузивными ультрамафитами. Вулканические породы ультраосновного состава нормального ряда.

Щелочные ультраосновные породы. Plutonic щелочные магматические породы (якупирангит, мельтейгит, ийолит, уртит). Щелочные ультраосновные вулканические породы (лимбургит, фельдшпатоидные пикриты, лейцититы). Карбонатиты.

Тема 1.6. Магматические горные породы основного состава

Магматические породы основного состава. Plutonic мафиты нормального ряда, субщелочные и щелочные, а также их вулканические аналоги. Особенности минерального состава и петрохимические характеристики мафитов.

Plutonic породы основного состава нормальной щелочности. Разновидности габброидов, габброиды мелонократовой и лейкократовой ветвей. Анортозиты. Текстура и структура габброидов. Морфология тел и геологические особенности залегания габброидов. Полезные ископаемые габброидов.

Основные вулканические породы нормальной щелочности. Разновидности базальтов. Толеитовые базальты. Оливиновые базальты щелочной серии. Глиноземистые базальты известково-щелочной серии. Структуры и текстуры базальтов. Полнокристаллические структуры (долеритовая, диабазовая). Полукристаллические структуры (интерсертальная, гиалопилитовая, витрофировая). Измененные базальты (метабазальты). Зеленокаменное перерождение базальтов. Краснокаменное перерождение базальтов.

Геологические условия нахождения, распространение и формы залегания базальтоидов. Полезные ископаемые, связанные с базальтами.

Субщелочные породы основного состава, особенности их минералогического состава и петрохимические характеристики. Плутонические субщелочные породы основного состава. Вулканические субщелочные породы основного состава.

Щелочные породы основного состава, особенности их минералогического состава и петрохимические характеристики. Плутонические щелочные породы основного состава. Вулканические щелочные породы основного состава.

Тема 1.7. Магматические горные породы среднего состава

Общие характеристики магматических пород среднего состава. Плутонические и вулканические породы среднего состава. Минералогические и петрохимические характеристики пород среднего состава.

Средние плутонические породы нормальной щелочности. Морфология тел диоритового состава, распространение и геологические особенности их залегания. Полезные ископаемые, связанные с диоритами.

Средние вулканические породы нормальной щелочности. Текстуры и структуры андезитов. Метаандезиты. Геологические условия нахождения, распространение и формы залегания излившихся пород среднего состава. Полезные ископаемые, связанные с андезитами.

Общие характеристики субщелочных магматических пород среднего состава. Плутонические субщелочные средние породы, особенности их минералогического и химического состава, структуры и текстуры, геологические тела и связанные с ними полезные ископаемые.

Вулканические средние породы повышенной щелочности. Щелочные плутонические породы среднего состава, их минералогический и химический состав. Щелочные сиениты и фельдшпатоидные сиениты, особенности их минералогического состава, структурно-текстурные характеристики, геологические тела и связанные с ними полезные ископаемые. Щелочные вулканические породы среднего состава.

Тема 1.8. Магматические горные породы кислого состава

Общая характеристика магматических пород кислого состава, особенности их минералогического и химического состава.

Кислые плутонические породы. Классификация гранитоидов (тоналиты, плагиограниты, гранодиориты, граниты нормального ряда, щелочные граниты, аляскиты). Структура и текстура гранитоидов. Морфология тел гранитного состава и геологические особенности их залегания. Полезные ископаемые гранитоидов.

Вулканические породы кислого состава, их разновидности и особенности химического состава. Вулканы кислого состава, сформированные из вязкой магмы. Стекловатые породы кислого состава. Измененные вулканы кислого состава. Геологические условия нахождения, распространения и формы залегания вулканических пород кислого состава. Вулканы кислого состава,

сформированные из подвижной магмы. Состав, структурно-текстурные характеристики и строение игнимбритов. Полезные ископаемые кислых вулканитов.

Жильные породы кислого состава (аплиты, пегматиты простые и сложные). Гипотезы образования пегматитов.

Тема 1.9. Магматические формации и гипотезы происхождения магматических горных пород

Понятие о магматических формациях. Гипотезы происхождения пород ультраосновного и основного состава. Кристаллизационная дифференциация базальтовой магмы. Основные процессы магматической дифференциации в расплаве (ликвация, миграция вещества по принципу Соре, газовый перенос). Самостоятельная перидотитовая магма и протрузии. Гипотезы происхождения пород кислого состава. Магматическое происхождение гранитов. Палингенная гранитная магма. Метасоматические теории образования гранитов. Полезные ископаемые магматогенного происхождения. Основные выводы по основам петрографии магматических пород. Заключение.

РАЗДЕЛ 2. ПЕТРОГРАФИЯ МЕТАМОРФИЧЕСКИХ ГОРНЫХ ПОРОД

Тема 2.1. Введение в петрографию метаморфических горных пород

Общие сведения о метаморфизме. Краткая история учения о метаморфизме. Основные параметры метаморфизма. Развитие представлений о ступенях регионального метаморфизма. Введение представлений о фациях метаморфизма. Установление влияния флюидов и их роль в метаморфических процессах. Исследования равновесных парагенетических минеральных ассоциаций и развитие представлений о геотермометрах и геобарометрах. Термодинамический подход изучения метаморфических пород и процессов их образования. Развитие учения о метаморфических формациях и условиях формирования метаморфогенных полезных ископаемых. Связь петрографии с другими науками. Правила классификации метаморфических пород. Метаморфические породы пара- и орторяда. Основные метаморфические породы и правила определения разновидностей кристаллических сланцев.

Тема 2.2. Главные факторы метаморфизма

Главные факторы метаморфизма: температура, давление и концентрация флюидов. Температура как важнейший параметр метаморфических процессов. Экзо- и эндотермические процессы метаморфического минералообразования. Источники тепла в литосфере. Давление литостатическое, стрессовое и давление флюидов. Единицы измерения давления и их взаимоотношения. Литостатическое давление и его влияние на метаморфические процессы. Стрессовое (боковое) давление, его особенности и влияние на процессы формирования метаморфических пород. Давление флюидов. Парциальные давления флюидов. Основные и второстепенные летучие компоненты.

Кислотные, щелочные и нейтральные флюиды. Вода как основной флюид горных пород. Вода свободная и связанная. Расчеты объемов кристаллизационной воды, высвобождающейся из минеральных матриц гидроксилсодержащих минералов в процессах регионального метаморфизма. Гидроксилсодержащие минералы как индикаторы прогрессивного и регрессивного метаморфизма. Влияние давления и температуры на активность основных флюидов.

Тема 2.3. Вещественный состав метаморфических горных пород

Химический и минералогический состав метаморфических пород, их отличия от вещественного состава магматических пород. Исходные породы устойчивые к метаморфическим процессам и породы легко метаморфизируемые.

Особенности минералогического состава метаморфических пород. Минералы общие для магматических и метаморфических пород. Специфические минералы метаморфических пород. Минералы реликтовые, равновесные и минералы позднего диафтореза.

Кристаллохимические особенности породообразующих минералов магматических и метаморфических пород. Изменение химического состава минералов под действием давления и температуры, Использование кристаллохимических особенностей в сосуществующих минеральных ассоциациях метаморфических пород для установления P-T условий их формирования.

Основные группы метаморфических пород, в зависимости от характера исходных пород. Метаморфические породы метапелитовой группы. Метаморфические породы кварц-полевошпатовой группы. Метакарбонатная группа метаморфических пород. Метаморфические породы метабазитовой группы. Метагипербазитовая группа метаморфических пород. Формы залегания метаморфических пород.

Тема 2.4. Структуры и текстуры метаморфических горных пород

Структуры метаморфических пород. Основные группы структур метаморфических пород (кристаллобластические, катакластические, реликтовые, метасоматические). Кристаллобластические структуры. Гомеобластовые структуры (гранобластовые, нематобластовые, фибробластовые). Гетеробластовые структуры (порфиробластовая, пойкилобластовая, гелицитовая, диабластовая). Катакластические структуры (брекчиевидная, цементная, милонитовая). Реликтовые структуры (петельчатая, келифитовая, друзовая, антипертитовая). Структуры метасоматических пород.

Текстуры и отдельности метаморфических пород. Реликтовые текстуры (миндалекаменная, флюидальная, слоистая). Собственно метаморфические текстуры (сланцеватая, линейная, линзовидная, ленточная, стебельчатая, плейчатая, пятнистая, массивная). Будинаж и причины его образования. Отдельности метаморфических пород.

Тема 2.5. Динамотермальный (региональный) метаморфизм

Основные понятия и процессы регионального метаморфизма. Главные факторы регионального метаморфизма. Особенности фазового равновесия метаморфических процессов.

Химические компоненты метаморфических пород (инертные, подвижные, насыщающие, компоненты-примеси). Ряд подвижности химических компонентов по Д.С. Коржинскому.

Ступени и ряды динамотермального метаморфизма. Низшая ступень регионального метаморфизма, Р-Т условия ее формирования и минералы – индикаторы этой ступени метаморфизма.

Средняя ступень регионального метаморфизма, Р-Т условия ее формирования и минералы – индикаторы средней ступени метаморфизма.

Высшая ступень регионального метаморфизма, Р-Т условия ее формирования и минералы – индикаторы высшей ступени метаморфизма. Основные разновидности кристаллических сланцев пород пара- и орторяда.

Изохимический ряд по глинистым породам на первой ступени метаморфизма (филлиты, серицит-хлоритовые сланцы). Изохимический ряд по глинистым породам на второй ступени метаморфизма (сланцевые сланцы). Изохимический ряд по глинистым породам на высшей ступени метаморфизма (парагнейсы).

Изохимический ряд по песчаникам. Изохимический ряд по карбонатным породам. Изохимический ряд по силикатным карбонатным породам.

Метаморфические породы орторяда. Изохимический ряд по ультраосновным породам.

Изохимические ряды по основным и средним породам. Эффузивные породы (базальты, андезиты и их пирокласты). Интрузивные породы (габбро и диориты).

Изохимический ряд по кислым породам. Лавы кислого состава и их пирокласты. Кислые интрузивные породы (гранитоиды).

Учение о фациях динамотермального метаморфизма. Классификация фаций динамотермального метаморфизма по П.Эскола. Фазовые парагенетические диаграммы. Санидинитовая фация. Роговиковая фация. Фация зеленых сланцев. Эпидот-амфиболитовая фация. Амфиболитовая фация. Гранулитовая фация метаморфизма. Эклогитовая фация метаморфизма. Фация глаукофановых сланцев. Полезные ископаемые, парагенетически связанные с региональным метаморфизмом.

Тема 2.6. Динамометаморфизм и его продукты, классификации метаморфизма

Динамометаморфизм и его продукты. Влияние стресса (бокового давления) на формирование катакластических пород. Деструктивный и конструктивный динамометаморфизм. Стресс-минералы и антистресс-минералы в зонах проявления динамометаморфизма. Продукты динамометаморфизма. Какириты. Тектонические брекчии. Эруптивные брекчии. Катаклазиты. Милониты.

Классификация метаморфизма по В.С. Соболеву. Метаморфические породы группы А (фаии контактового метаморфизма). Группа В (фаии регионального метаморфизма умеренных давлений). Метаморфические породы группы В₁ (фаия двупироксеновых гнейсов). Метаморфические породы группы В₂ (фаия силлиманит-биотитовых гнейсов). Метаморфические породы группы В₃ (фаия андалузит-мусковитовых сланцев). Метаморфические породы группы В₄ (фаия зеленых сланцев). Метаморфические породы группы В₅ (цеолитовая фаия и региональный эпигенез). Группа С фаий высокого давления. Метаморфические породы группы С₁ (эклогитовая фаия). Метаморфические породы группы С₂ (глаукофан-амфиболитовая фаия). Метаморфические породы группы С₃ (глаукофан-альмандиновая фаия). Метаморфические породы группы С₄ (жадеит-лавсонит-глаукофановая фаия).

Классификация метаморфизма по В.В. Ревердатто. Высокотемпературный монофаиальный тип метаморфизма. Высокотемпературный полифаиальный тип метаморфизма. Среднетемпературный полифаиальный тип метаморфизма. Низкотемпературный монофаиальный тип метаморфизма. Плутонметаморфизм. Региональный метаморфизм зон поднятий. Региональный метаморфизм зон погружений.

Тема 2.7. Контактво-термальный метаморфизм

Контакво-термальный метаморфизм. Эндоконтаквоые и экзоконтаквоые явления контакво-термального метаморфизма.

Эндоконтаквоые явления контакво-термального метаморфизма (контаминация, явления гибридизма, ассимиляция). Стаии эндоконтаквоых явлений контакво-термального метаморфизма гранитоидных интрузий по Д.Н. Рейнольдс. Эндоконтаквоые изменения контакво-термального метаморфизма.

Роговики. Основные факторы, определяющие минеральный состав и структуру роговиков (химический состав интрузии, Объем внедрившейся магмы, состав вмещающих пород, глубина формирования пород контакво-термального метаморфизма, строение пород вмещающей толщи). Каустический и пневматолитовый контаквоый метаморфизм. Зоны контаквоых ореолов контакво-термального метаморфизма. Общие свойства роговиков. Структуры роговиков.

Продукты контакво-термального метаморфизма карбонатных пород. Продукты контакво-термального метаморфизма глинистых пород. Продукты контакво-термального метаморфизма песчаных пород. Продукты контакво-термального метаморфизма эффузивных средних и кислых магматических пород. Продукты контакво-термального метаморфизма интрузивных средних и кислых магматических пород.

Фаии контакво-термального метаморфизма. Альбит-эпидот-роговиковая фаия. Роговообманково-роговиковая фаия. Пироксен-роговиковая фаия. Санидинитовая фаия контакво-термального метаморфизма.

Тема 2.8. Автометаморфизм

Автометаморфизм (изохимический метаморфизм). Особенности собственно магматической, пневматолитовой и гидротермальной стадий автометаморфизма. Магматическая стадия автометаморфизма. Процессы изменения пород в пневматолитовую стадию автометаморфизма. Процессы изменения пород в гидротермальную стадию автометаморфизма.

Тема 2.9. Метасоматиты и связанные с ними полезные ископаемые

Метасоматические процессы, основные положения. Инфильтрационный и диффузионный метасоматоз. Концепция кислотности – щелочности Д.С. Коржинского. Метасоматические стадии В.А. Жарикова (ранняя постмагматическая, стадия кислотного выщелачивания, стадия осаждения, заключительная стадия). Основные метасоматические процессы. Гранитизация. Натриевый метасоматоз (альбитизация). Зональность натриевых метасоматитов. Полезные ископаемые кварц-полевошпатовых метасоматитов. Скарны и процессы скарнообразования. Магнезиальные скарны. Метасоматическая зональность высокотемпературных магнезиальных скарнов. Известковые скарны. Метасоматическая зональность высокотемпературных известковых скарнов. Полезные ископаемые скарнов. Грейзенизация. Метасоматическая зональность грейзенов, образующихся по гранитам. Полезные ископаемые грейзенов. Пропилитизация. Метасоматическая зональность пропилитов. Полезные ископаемые пропилитов. Вторичные кварциты. Полезные ископаемые, связанные с вторичными кварцитами. Березиты и листвениты. Метасоматическая зональность березитов. Полезные ископаемые, связанные с березитами.

Тема 2.10. Ультраметаморфизм и ударный метаморфизм

Ультраметаморфизм. Процессы ультраметаморфизма. Мигматиты. Разновидности мигматитов. Гипотезы образования мигматитов.

Ударный метаморфизм. Кольцевые структуры, образованные при падении метеоритов. Зональность пород астроблем. Особенности минерального состава пород ударного метаморфизма. Критерии распознавания импактитов.

Тема 2.11. Полезные ископаемые метаморфогенного происхождения

Основные процессы метаморфогенного породообразования и рудообразования. Классификация и особенности метаморфических месторождений. Метаморфические месторождения полезных ископаемых. Метаморфизованные месторождения полезных ископаемых. Ультраметаморфические месторождения полезных ископаемых. Заключение.

II	Петрография метаморфических горных пород	24	6		16		6	
2.1	Введение в петрографию метаморфических горных пород	2						Устный опрос
2.2	Главные факторы метаморфизма	2	2					Собеседование, отчёт по практической работе
2.3	Вещественный состав метаморфических горных пород	2			4		2 (ДО)	Устный опрос, отчёт по лабораторной работе, реферат и тест по УСП
2.4	Структуры и текстуры метаморфических горных пород	2			2			Собеседование, отчёт по лабораторной работе
2.5	Динамотермальный (региональный) метаморфизм	4	2		4		2 (ДО)	Устный опрос, отчёт по практической работе, отчёт по лабораторной работе, реферат и тест по УСП
2.6	Динамометаморфизм и его продукты, классификации метаморфизма	2			2			Собеседование, отчёт по лабораторной работе
2.7	Контактово-термальный метаморфизм	2						Устный опрос
2.8	Автометаморфизм	2						Устный опрос
2.9	Метасоматиты и связанные с ними полезные ископаемые	2			2		2 (ДО)	Собеседование, отчёт по лабораторной работе, реферат и тест по УСП
2.10	Ультраметаморфизм и ударный метаморфизм	2			2			Устный опрос, отчёт по лабораторной работе.
2.11	Полезные ископаемые метаморфогенного происхождения	2	2					Собеседование, отчёт по практической работе
ИТОГО		50	14		32		12	

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Перечень основной литературы

1. Вильямс Х., Тернер Ф., Гилберт Ч.М., Петрография. Т.1. – М.: Издательство иностранной литературы, 1985.
2. Винклер Г. Генезис метаморфических пород / Пер. с англ. – М.: Недра, 1979.
3. Даминова Е.А. Петрография магматических горных пород. – М. Высшая школа, 1967.
4. Емельяненко П.Ф., Яковлева Е.Б. Петрография магматических и метаморфических пород. – М.: Недра, 1985.
5. Заридзе Г.М. Петрография магматических и метаморфических пород. – М.: Недра, 1980.
6. Кузнецов Е.А. Краткий курс петрографии магматических и метаморфических пород. – М.: Недра, 1970.
7. Лодочников В.Н. Главнейшие породообразующие минералы. – М.: Недра, 1974.
8. Мейсон Р. Петрология метаморфических пород / Пер. с англ. – М.: Недра, 1981.
9. Саранчина Г.М., Шинкарев Н.Ф. Петрология магматических и метаморфических пород. – Л.: Ленинградский университет, 1973.
10. Трусова И.Ф., Чернов В.И. Петрография магматических и метаморфических горных пород. – М., 1982.
11. Штефан Л.В. Петрография магматических горных пород. – Мн.: БГУ, 2004.
12. Штефан Л.В. Петрография метаморфических горных пород. – Мн.: БГУ, 2004.
13. Стерленко, З. В. Петрография: учебное пособие. Специальность 21.05.02 – Прикладная геология. Специализация «Геология нефти и газа». – Ставрополь : изд-во СКФУ, 2016. – 78 с.
14. A. RHIPOTTS, J. AGUE. Principles of Igneous and Metamorphic Petrology, 2nd Edition, 2015. – 312 p.
15. B. RONALD FROST, CAROL D. FROST. Essentials of Igneous and Metamorphic Petrology, 2nd Edition, 2019. – 547 p.

Перечень дополнительной литературы

1. Геология Беларуси / Ред. А. С. Махнач, Р. Г. Гарецкий, А. В. Матвеев и др. – Мн.: ИГН НАН Беларуси, 2001.
2. Даминова А.М. Породообразующие минералы. – М.: Недра, 1974.
3. Маракушев. А.А. Петрогенезис. – М.: Недра, 1988.
4. Маракушев. А.А., Бобров А.В., Перцев Н.Н., Феногенов А.Н. Петрология. Ч.1. Основы кристаллооптики и породообразующие

- минералы. – М.: Научный мир, 2000.
5. Петрографический кодекс. Магматические и метаморфические образования / под. ред. Н.П. Михайлова и др. – С-Пб.: ВСЕГЕИ, 2009.
 6. Половинкина Ю.И. Структуры и текстуры изверженных и метаморфических пород. – М.: Недра, 1966.
 7. Рыка В., Малишевская А. Петрографический словарь. – М.: Недра, 1989.

Перечень рекомендуемых средств диагностики и методика формирования итоговой оценки

Для текущего контроля качества усвоения знаний студентами используется следующий диагностический инструментарий:

- собеседования;
- устный опрос;
- отчет по практической работе;
- отчет по лабораторной работе;
- тестирование;
- реферат.

Формой текущей аттестации по дисциплине «Петрография» учебным планом предусмотрен зачет и экзамен.

При формировании итоговой оценки используется рейтинговая оценка знаний студента, дающая возможность проследить и оценить динамику процесса достижения целей обучения. Рейтинговая оценка предусматривает использование весовых коэффициентов для текущего контроля знаний и текущей аттестации студентов по дисциплине.

Весовые коэффициенты, определяющие вклад текущего контроля знаний и текущей аттестации в рейтинговую оценку:

формирование оценки за текущую успеваемость:

- собеседования – 10 %;
- устные опросы – 10 %;
- отчет по практической работе – 20 %;
- отчет по лабораторной работе – 40 %;
- тестирование – 10 %;
- реферат – 10 %.

Рейтинговая оценка по дисциплине рассчитывается на основе оценки текущей успеваемости и зачетной сессии с учетом их весовых коэффициентов. Оценка по текущей успеваемости составляет 40%, экзаменационная оценка – 60 %.

Примерный перечень заданий для управляемой самостоятельной работы студентов

Задание 1-6. Составление рефератов.

Тема 1.1. Кристаллооптические свойства породообразующих минералов магматических пород в шлифах.

Тема 1.4. Классификация магматических пород нормального ряда.

Тема 1.6. Классификация магматических пород щелочного ряда.

Тема 2.3. Кристаллооптические свойства породообразующих минералов метаморфических пород в шлифах.

Тема 2.5. Фации динамотермального (регионального) метаморфизма.

Тема 2.9. Метасоматиты и связанные с ними полезные ископаемые.

Форма контроля – реферат в письменном виде, тестирование.

Темы рефератов

1. Петрохимическая характеристика и её значение для классификации магматических пород.
2. Минералогический состав магматических пород. Минералы породообразующие, второстепенные, акцессорные и вторичные.
3. Фазовые диаграммы и порядок кристаллизации магм.
4. Магматические тела согласного и несогласного залегания.
5. Структуры магматических горных пород.
6. Текстуры магматических горных пород.
7. Петрохимические ряды магматических горных пород.
8. Классификация магматических пород нормального ряда.
9. Классификация магматических пород щелочного ряда.
10. Субщелочные магматические породы.
11. Развитие учения о метаморфических формациях и условиях формирования метаморфогенных полезных ископаемых.
12. Особенности минералогического состава метаморфических пород.
13. Структуры и текстуры метаморфических горных пород.
14. Низшая ступень регионального метаморфизма, P-T условия её формирования и минералы – индикаторы этой ступени метаморфизма.
15. Средняя ступень регионального метаморфизма, P-T условия её формирования и минералы – индикаторы этой ступени метаморфизма.
16. Высшая ступень регионального метаморфизма, P-T условия её формирования и минералы – индикаторы этой ступени метаморфизма.
17. Метасоматиты и связанные с ними полезные ископаемые.
18. Полезные ископаемые метаморфогенного происхождения.

Примерная тематика практических занятий

- Занятие № 1. Магма и кристаллизация магматических расплавов (2 ч.).
- Занятие № 2. Формы залегания магматических горных пород. Отдельности магматических пород (2 ч.).
- Занятие № 3. Жильные породы. Пегматиты (2 ч.).
- Занятие № 4. Вулканизм и вулканические породы (2 ч.).
- Занятие № 5. Основные группы метаморфических пород, в зависимости от характера исходных пород (2 ч.).
- Занятие № 6. Ступени и ряды динамотермального метаморфизма (2 ч.).
- Занятие № 7. Основные полезные ископаемые пород метаморфического генезиса (2 ч.).

Примерная тематика лабораторных занятий

- Лабораторная работа № 1. Мафические породообразующие минералы в шлифах (2 ч.).
- Лабораторная работа № 2. Салические породообразующие минералы в шлифах (2 ч.).
- Лабораторная работа № 3. Ультраосновные магматические породы в шлифах (2 ч.).
- Лабораторная работа № 4. Основные породы нормальной щелочности в шлифах (2 ч.).
- Лабораторная работа № 5. Основные щелочные и субщелочные породы в шлифах (2 ч.).
- Лабораторная работа № 6. Средние породы нормального ряда в шлифах (2 ч.).
- Лабораторная работа № 7. Щелочные и субщелочные средние породы в шлифах (2 ч.).
- Лабораторная работа № 8. Кислые магматические породы в шлифах (2 ч.).
- Лабораторная работа № 9-10. Основные породообразующие минералы метаморфических пород в шлифах (4 ч.).
- Лабораторная работа № 11. Структуры метаморфических пород в шлифах (2 ч.).
- Лабораторная работа № 12. Метаморфические породы орторяда в шлифах (2 ч.).
- Лабораторная работа № 13. Метаморфические породы параряда в шлифах (2 ч.).
- Лабораторная работа № 14. Породы динамометаморфизма в шлифах (2 ч.).
- Лабораторная работа № 15. Метасоматиты в шлифах (2 ч.).
- Лабораторная работа № 16. Породы ультраметаморфизма в шлифах (2 ч.).

Описание инновационных подходов и методов к преподаванию учебной дисциплины

При организации образовательного процесса используются:
практико-ориентированный подход, который предполагает:

- освоение содержания образования через решения практических задач;
- приобретение навыков эффективного выполнения разных видов профессиональной деятельности;
- ориентацию на генерирование идей, реализацию групповых студенческих проектов, развитие предпринимательской культуры;
- использованию процедур, способов оценивания, фиксирующих сформированность профессиональных компетенций;

метод учебной дискуссии, который предполагает участие студентов в целенаправленном обмене мнениями, идеями для предъявления и/или согласования существующих позиций по определенной проблеме.

Использование метода обеспечивает появление нового уровня понимания изучаемой темы, применение знаний (теорий, концепций) при решении проблем, определение способов их решения;

технология развития критического мышления (представляет собой систему, формирующую навыки работы с информацией в процессе чтения и письма); методы чтения различного рода учебных текстов предполагают использование графических организаторов, дневников чтения, концептуальных карт, таблиц, кластеров, а также приемов, направляющих работу студентов с информацией.

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы обучающихся

При изучении учебной дисциплины «Петрография» рекомендуется использовать следующие формы самостоятельной работы:

- поиск (подбор) и обзор литературы и электронных источников по индивидуально заданной проблеме курса;
- выполнение домашнего задания;
- изучение материала, вынесенного на самостоятельную проработку;
- подготовка к практическим и лабораторным занятиям;
- научно-исследовательские работы;
- анализ статистических и фактических материалов по заданной теме, составление схем и моделей на основе статистических материалов;
- подготовка к участию в конференциях и конкурсах.

Используются современные информационные технологии: размещен в сетевом доступе комплекс учебных и учебно-методических материалов (учебно-программные материалы, методические указания к практическим занятиям, материалы текущего контроля и текущей аттестации, задания, тесты, вопросы для самоконтроля и др.; список рекомендуемой литературы). Эффективность самостоятельной работы студентов проверяется в ходе текущего и итогового контроля знаний. Для общей оценки качества усвоения студентами учебного материала используется рейтинговая система.

Методические указания по выполнению и контролю тем практических заданий

Практикум вводится в технологию обучения с целью формирования у студентов умения и навыков в приобретении и постоянном пополнении своих профессиональных знаний. Этого требует современное динамично развивающееся общество, использующее преимущества информационных технологии.

По дисциплине «Петрография» предусмотрено выполнение практикума по наиболее важным темам.

При выполнении запланированных тем практикума студент должен ознакомиться с конкретным заданием по данной теме, в котором сформулирована цель работы, порядок и методика ее выполнения, приведен список необходимой литературы.

В дополнении к указанным литературным источникам студент должен самостоятельно использовать информационные ресурсы Internet.

Возникающие трудности при выполнении заданий практикума могут быть обсуждены с преподавателем в дни консультаций.

Форма контроля выполнения практикума определяется в задании практикума и контролируется преподавателем. Это могут быть: письменная контрольная работа по теме, презентация докладов, тестирование, устный контрольный опрос на занятиях; подготовка и сдача в определенный срок реферата.

Каждая из выполненных тем практикума оценивается преподавателем и, в соответствии с принятой системой рейтинговой оценки, учитывается в итоговой оценке по дисциплине.

Примерный перечень вопросов к зачету

1. Предмет и задачи петрографии. Связь петрографии с другими науками.
2. Общие сведения о магматических породах.
3. Химический состав магматических пород.
4. Минеральный состав магматических пород.
5. Кристаллизация магматических расплавов с эвтектикой.
6. Кристаллизация магматических расплавов с образованием твердых растворов.
7. Реакционный ряд Н.Л. Боуэна.
8. Последовательность кристаллизации минералов из расплава.
9. Формы залегания магматических горных пород. Отдельности.
10. Структуры магматических пород.
11. Структуры плутонических пород.
12. Структуры вулканических пород.
13. Текстуры магматических пород.
14. Классификация магматических пород нормального ряда.
15. Классификация магматических пород субщелочного ряда.
16. Классификация магматических пород щелочного ряда.
17. Классификация жильных (гипабиссальных) пород.
18. Классификация вулканогенно-обломочных пород.
19. Ультрамафитовые породы нормального ряда.
20. Геологические особенности залегания ультрамафитов и связанные с ними полезные ископаемые.
21. Вулканические породы ультраосновного состава нормального ряда.
22. Щелочные плутонические и вулканические ультраосновные породы
23. Плутонические породы основного состава нормальной щелочности.

24. Геологические особенности залегания plutonic пород основного состава и связанные с ними полезные ископаемые.
25. Основные вулканические породы нормальной щелочности и связанные с ними полезные ископаемые.
26. Субщелочные plutonic и вулканические породы основного состава.
27. Щелочные plutonic и вулканические породы основного состава.
28. Средние plutonic и вулканические породы нормального ряда и связанные с ними полезные ископаемые.
29. Средние plutonic и вулканические породы субщелочного ряда.
30. Средние plutonic и вулканические породы щелочного ряда.
31. Кислые plutonic породы и связанные с ними полезные ископаемые.
32. Кислые вулканические породы и связанные с ними полезные ископаемые.
33. Жильные породы кислого состава.
34. Гипотезы происхождения пород ультраосновного и основного состава.
35. Гипотезы происхождения пород кислого состава.

Примерный перечень вопросов к экзамену

1. Предмет и задачи петрографии. Связь петрографии с другими науками.
2. Общие сведения о магматических породах.
3. Химический состав магматических пород.
4. Минеральный состав магматических пород.
5. Кристаллизация магматических расплавов с эвтектикой.
6. Кристаллизация магматических расплавов с образованием твердых растворов.
7. Реакционный ряд Н.Л. Боуэна.
8. Последовательность кристаллизации минералов из расплава.
9. Формы залегания магматических горных пород. Отдельности.
10. Структуры магматических пород.
11. Структуры plutonic пород.
12. Структуры вулканических пород.
13. Текстуры магматических пород.
14. Классификация магматических пород нормального ряда.
15. Классификация магматических пород субщелочного ряда.
16. Классификация магматических пород щелочного ряда.
17. Классификация жильных (гипабиссальных) пород.
18. Классификация вулканогенно-обломочных пород.
19. Ультрамафитовые породы нормального ряда.
20. Геологические особенности залегания ультрамафитов и связанные с ними полезные ископаемые.
21. Вулканические породы ультраосновного состава нормального ряда.
22. Щелочные plutonic и вулканические ультраосновные породы.
23. Plutonic породы основного состава нормальной щелочности.

24. Геологические особенности залегания plutonic пород основного состава и связанные с ними полезные ископаемые.
25. Основные вулканические породы нормальной щелочности и связанные с ними полезные ископаемые.
26. Субщелочные plutonic и вулканические породы основного состава.
27. Щелочные plutonic и вулканические породы основного состава.
28. Средние plutonic и вулканические породы нормального ряда и связанные с ними полезные ископаемые.
29. Средние plutonic и вулканические породы субщелочного ряда.
30. Средние plutonic и вулканические породы щелочного ряда.
31. Кислые plutonic породы и связанные с ними полезные ископаемые.
32. Кислые вулканические породы и связанные с ними полезные ископаемые.
33. Жильные породы кислого состава.
34. Гипотезы происхождения пород ультраосновного и основного состава.
35. Гипотезы происхождения пород кислого состава.
36. Общие сведения о метаморфизме.
37. Правила классификации метаморфических пород.
38. Главные факторы метаморфизма.
39. Вещественный состав метаморфических пород.
40. Формы залегания метаморфических пород.
41. Структуры метаморфических пород.
42. Кристаллобластические структуры.
43. Катакластические структуры метаморфических пород.
44. Реликтовые структуры метаморфических пород.
45. Текстуры метаморфических пород.
46. Отдельности метаморфических пород.
47. Динамотермальный (региональный) метаморфизм.
48. Главные факторы регионального метаморфизма.
49. Ступени и ряды регионального метаморфизма.
50. Изохимический ряд по глинистым породам.
51. Изохимический ряд по песчаникам.
52. Изохимический ряд по карбонатным породам.
53. Метаморфические породы орторяда.
54. Изохимический ряд по ультраосновным породам.
55. Изохимические ряды по основным и средним породам.
56. Изохимические ряды по кислым породам.
57. Полезные ископаемые парагенетически связанные с породами регионального метаморфизма.
58. Фации динамотермального метаморфизма.
59. Санидинитовая фация метаморфизма.
60. Роговиковая фация метаморфизма.
61. Фация зеленых сланцев.
62. Эпидот-амфиболитовая фация.
63. Амфиболитовая фация регионального метаморфизма.
64. Гранулитовая фация метаморфизма.

65. Эклогитовая фация метаморфизма.
66. Фация глаукофановых сланцев.
67. Динамометаморфизм и его продукты.
68. Контактво-термальный метаморфизм.
69. Главные типы контактово-метаморфических пород.
70. Автометаморфизм.
71. Метасоматоз.
72. Гранитизация.
73. Альбитизация.
74. Скарны.
75. Грейзенизация.
76. Пропилитизация.
77. Вторичные кварциты.
78. Березиты и листвениты.
79. Ультраметаморфизм.
80. Ударный метаморфизм.
81. Полезные ископаемые метаморфогенного генезиса.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы изучаемой учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Геология Беларуси и смежных стран	Региональной геологии	нет	Изменений не требуется Протокол № 7 от 15.02.2020 г.
Геологические критерии поисков месторождений полезных ископаемых	Региональной геологии	нет	Изменений не требуется Протокол № 7 от 15.02.2020 г.
Специфика поисков и разведки полезных ископаемых	Региональной геологии	нет	Изменений не требуется Протокол № 7 от 15.02.2020 г.

**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ
ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

на ____ / ____ учебный год

№№ ПП	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
региональной геологии (протокол № ____ от _____ 20_ г.)

Заведующий кафедрой

к.г.-м.н., доцент _____

О.В. Лукашев

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

к.г.н., доцент _____