

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Геолого-географический факультет

УТВЕРЖДАЮ:  
Декан геолого-географического  
факультета

  
П.А. Тишин



«29» июня 2022 г.

Рабочая программа дисциплины

**Петрология**

по направлению подготовки **05.03.01 Геология**

Направленность (профиль) подготовки / специализация:  
**«Геология»**

Форма обучения  
**Очная**

Квалификация  
**Бакалавр**

Год приема  
**2022**

Код дисциплины в учебном плане: Б1.В.08

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

  
О.В. Бухарова

Председатель УМК

  
М.А. Каширо

## **1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)**

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПК-2. Способен проводить комплекс специализированных исследований геологических объектов

## **2. Задачи освоения дисциплины**

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИПК-2.1. В составе группы специалистов осуществляет обработку и анализ результатов геологических, минералогических, геохимических и других исследований

## **3. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Петрология» относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений. Б1.В.08

## **4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине**

Семестр 8, зачет.

## **5. Входные требования для освоения дисциплины. Постреквизиты**

Для успешного освоения дисциплины требуется общая подготовка по следующим дисциплинам: Минералогия, Петрография, Геохимия, Геокартирование, Геотектоника, Методы минералого-геохимических исследований

Освоение данной дисциплины компилирует все знания, навыки, умения по траектории, связанной с характеристикой вещества. Дисциплина формирует компетенции, необходимые для освоения программ последующего уровня образования.

## **6. Язык реализации**

Русский с применением английских геологических терминов.

## **7. Объем дисциплины (модуля)**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов, из которых:

– лекции: 20 ч.;

– практические занятия (в том числе, практическая подготовка) 20 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

## **8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам**

Тема 1. Причины разнообразия магматических горных пород и основные факторы магматической эволюции. Понятие первичной, родоначальной и производной магмы.

Рассмотрение основных петрологических процессов, определяющих разнообразие магматических горных пород в составе единого геологического объекта. Общие положения о термодинамических условиях генерации и кристаллизации магматических расплавов. Основные принципы магматической дифференциации, обусловленные последовательным выделением минеральных фракций и их сегрегации (кристаллизационная дифференциация), ликвационные явления в силикатных расплавах, гибридность или смешение разнородных расплавов. Вероятная роль летучих компонентов в процессе магматической дифференциации. Понятие об источниках магмах их разделение на первичные, родоначальные. Условия их образования и примеры.

Тема 2. Состав верхней мантии и методы его оценки для обоснования разнообразия первичных магматических расплавов.

Рассматривается предполагаемый вещественный состав верхней мантии, как источник первичных магм, особенности его парциального плавления при вариациях флюидного режима. Вероятное разнообразие первичных магм, их кремнекислотности и щелочности при различных значениях фугитивности  $H_2O$  и  $CO_2$ . Их примеры. Основные отличия химического состава комматитов, бонинитов и кимберлитов, как представителей главных разновидностей первичных магм при высокой степени частичного плавления. Возможные варианты состава первичных магм при более низких степенях плавления мантийного субстрата. Основные термодинамические параметры, определяющие их возможную дифференциацию.

Тема 3. Офиолитовая ассоциация: вертикальная последовательность комплексов; петрологические признаки границы Мохо; геодинамическая интерпретация офиолитов.

Определение понятия «офиолитовая ассоциация», история его возникновения современное трактование вероятной геодинамической обстановки формирования. Выделение главных комплексов горных пород, слагающих вертикальный разрез океанической литосферы. Обоснование петрографической границы земной коры (поверхности Мохоровичича). Вероятные признаки офиолитов срединно-океанических хребтов и задуговых бассейнов. Понятие о критерии Хесса и признаки формирования крупных залежей хромитовых руд. Предполагаемый набор сопутствующих полезных ископаемых, связанных с данными образованиями. Критерии диагностики фрагментов океанической коры в структурах складчатых областей. Понятие о сутурных зонах как индикаторов палеогеодинамических реконструкций.

Тема 4. Расслоенные интрузии, особенности их строения, петрологическая значимость в оценке магматической дифференциации.

Особенности внутреннего строения крупных расслоенных интрузий на примере Скергаардского, Бушвельдского, Йоко-Довыренского и других плутонов. Обоснование понятий фазовой, градационной и других типов расслоенности. Определение терминов макроритмичности и её циклов в составе массивов, скрытой расслоенности как индикатора вариаций породообразующих минералов. Вероятные генетические модели их возникновения. Особенности взаимоотношений породообразующих минералов и определение термина «кумулят» с интерпретацией разновидностей кумулятивных структур. Признаки диагностики «рифовых» горизонтов, как наиболее перспективных в отношении накопления цветных и благородных металлов.

Тема 5. Понятие о магматических сериях и основные принципы их диагностики.

Исторический очерк о введении понятия «магматическая серия» и его современное толкование. Петрохимические серии и их дискриминация. Абстрактная (петрохимическая) и конкретная (петрографическая) серии, их определение и соотношение. Схема дискриминации петрохимических серий и диагностика петрохимической специализации горных пород исследуемого геологического объекта. Обоснование применения различных петрохимических диаграмм для решения поставленной задачи. Интерпретации данных в случае широкого диапазона вариаций петрохимических параметров, обоснование автономной природы отдельных разновидностей горных пород и гетерогенности общего массива аналитических данных.

Тема 6. Вулкано-плутонические пояса: геотектоническая позиция и возрастные взаимоотношения вулканических и плутонических комплексов; петрохимическая зональность породных ассоциаций и её интерпретация.

Возможные варианты возникновения вулкано-плутонических ассоциаций с позиции гипотезы тектоники плит. Их реконструкция в древних и современных складчатых поясах. Оценка зональности на основе петрохимических параметров горных пород и её обоснование. Применение данных результатов для реконструкции геодинамического режима их проявления. Обоснование природы данных поясов с учетом слагающих их породных ассоциаций с выделением океанического и континентального типов. Оценка их металлогенической специализации.

Тема 7. Гранито-гнейсовые купола и зеленокаменные пояса: геотектоническая позиция и вероятное время формирования; особенности внутреннего строения и петрографического состава; основные гипотезы возникновения подобных структур и их роль в эволюции земной коры.

Знакомство с основными фациями метаморфизма, определяемыми значениями «Р-Т» параметров. Выделение типичных ассоциаций Контактного, регионального и высокобарического метаморфизма. Определение понятий главных структур древних фрагментов земной коры. Оценка их степени метаморфизма и временного интервала формирования. Вероятные модели их формирования. Анализ петрографических разновидностей, определяющих строение данных элементов земной коры.

Тема 8. Особенности формирования парных метаморфических поясов и их значимость для геодинамических реконструкций.

Основные причины возникновения полей повышенных давлений на фоне низких температур и обратное явление с возникновением тренда высокотемпературного режима в условиях умеренных давлений. Их диагностика по петрографическим, минералогическим и петрохимическим параметрам. Обоснование индикаторной роли для картирования сутурных зон древних океанов в структурах складчатых областей. Примеры проявления.

Тема 9. Обоснование понятия парамагматических формаций и их примеры.

Анализ природы эклогитовых и друзитовых горнопородных ассоциаций. Вероятные процессы их эксгумации и метаморфического преобразования, наблюдаемые на современной поверхности Земли. Особенности минералогического состава и минералогические индикаторы высоких давлений и температур с обоснованием сосуществующих парагенезисов. Критерии их минерагенической специализации.

Перечень тем практических занятий:

1. Тройные диаграммы и методы их построения. Расчет параметров для построения тройных диаграмм и выбор их типа.

Основные приемы при расчете петрохимических параметров на примере диаграммы «АFM» и её предлагаемых вариантов. Выбор наиболее информативных компонентов, отвечающих предполагаемой петрологической модели. Использование различных коэффициентов и отношений петрогенных оксидов или отдельных элементов при построении тройных диаграмм. Диагностика петрохимических серий на тройных диаграммах.

2. Мультиэлементные диаграммы и принципы их построения.

Методика нормирования полученных аналитических данных к соответствующему стандарту. Определение порядка расположения элементов по оси абсцисс с учетом их химических особенностей. Выбор масштаба для представления данных по осям абсциссы и ординаты. Варианты интерпретации общего наклона спектра и появления максимумом или минимумов отдельных компонентов.

3. Пересчет на нормативный минеральный состав.

Понятие о нормативном и модалном минеральном составе горных пород. Пересчет на молекулярные количества и распределение оксидов согласно формулам порообразующих и аксессуарных минералов по методу CIPW. Варианты расчета нормативного минерального состава для различных групп горных пород (ультрабазиты, базиты, диоритоиды, гранитоиды, щелочные мафиты и их щелочные разновидности). Оценка влияния рудных минералов при расчете по методу CIPW. Положительные и отрицательные следствия нормативных пересчетов, их роль в дискриминации исходного банка аналитических данных и возможность применения в петрологическом моделировании

4. Расчет формульных единиц в составе порообразующих и аксессуарных минералов, отражающих их специфику в конкретной ассоциации горных пород.

Расчет состава в виде формульных единиц аксессуарных минералов (монацита, ксенотима, циркона, граната и хромшпинелида). Возможность оценки их формационной принадлежности к тем или другим магматическим ассоциациям

## **9. Текущий контроль по дисциплине**

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, выполнение практических работ и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

Порядок формирования компетенций, результаты обучения, критерии оценивания и перечень оценочных средств текущего контроля по дисциплине приведены в Фондах оценочных средств курса «Петрология».

## **10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации**

**Зачет в восьмом семестре.** По итогам выполненных практических заданий студенты готовят отчет, в котором должны быть отражены полученные навыки построения петрохимических диаграмм и их интерпретации для обоснования вероятных моделей магматической дифференциации. Отчет дает возможность проверить компетенции ИПК-2.1.

Окончательная аттестация проводится в письменной форме по билетам, проверяющим ИПК-2.1. Билет состоит из двух теоретических вопросов. Продолжительность зачета 1,5 часа.

Процедура проверки освоения компетенций и порядок формирования итоговой оценки по результатам освоения дисциплины «Петрология» описаны в Фондах оценочных средств для данного курса.

## **11. Учебно-методическое обеспечение**

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» - <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=24232>

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

в) План семинарских / практических занятий по дисциплине.

д) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

## **12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет**

а) основная литература:

Эволюция изверженных пород (развитие идей за 50 лет)/ Под ред. Х.С. Йодера . – М.: Мир, 1983. - 643 с.

Кокс К.Г., Бел Дж.Д., Панкхерст Р.Дж. Интерпретация изверженных пород. – М.: Недра, 1982. 414 с.

Гончаренко А.И. Деформация и петроструктурная эволюция альпинотипных гипербазитов. – Томск: Изд-во Том ун-та, 1989. - 404 с.

Магматические горные породы: в 6-ти томах. Т. 5. Ультраосновные породы. / Под ред. О.А. Богатикова. – М.: Наука, 1988. - 507 с.

Магматические горные породы: в 6-ти томах. Т.6. Эволюция магматизма в истории Земли / Под ред. О.А.Богатикова. – М.: Наука, 1981. - 584 с.

Колман Р. Г. Офиолиты. – М.: Мир, 1979. 269 с.

Мигматиты: Пер. с англ. / Под ред. Дж.Р. Эшуорта. – М.: Мир, 1988. - 344 с.

Винклер Г. Генезис метаморфических пород. – М.: Недра, 1979. - 327 с.

Шарков Е.В. Петрология расслоенных интрузий. – Л.: Наука, 1980. - 183 с.

Метаморфизм и тектоника. / Е.В. Складов, Д.П. Гладкочуб, Т.В. Донская и др. - М.: Интернет Инжиниринг, 2001. - 216 с.

Шульц С.С., Эргашев Ш.Э., Гвоздев В.А. Геодинамические реконструкции. Методическое руководство. – Л.: Недра, 1991. - 144 с.

Кокс К.Г., Белл Дж.Д., Панкхерст Р.Дж. Интерпретация изверженных пород. - М.: Недра, 1982. - 414 с.

Соловьев С.П. Химизм магматических горных пород и некоторые вопросы петрохимии. – Л.: Наука, 1976. 312 с.

Складов Е.В., Гладкочуб Д.П., Донская Т.В. и др. Интерпретация геохимических данных. – М.: Интернет Инжиниринг, 2001. 288 с.

Магматические горные породы. Т. 6. Эволюция магматизма в истории Земли. / Под. Ред. О.А. Богатикова и др. – М.: Наука, 1987. - 440 с.

Заварицкий А.Н., Соболев В.С. Физико-химические основы петрографии изверженных пород. – М.: Госгеолтехиздат, 1961. - 383 с.

б) дополнительная литература:

Геологическая эволюция Земли: от космической пыли до обители человечества / Отв. ред.: Кузьмин М.И., Ярмолюк В.В. – Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2021. - 327 с.

Хаин В.Е. Основные проблемы современной геологии – геология на пороге XXI века. – М.: Наука, 1994. - 190 с.

Конди К. Архейские зеленокаменные пояса. – М.: Мир, 1983. - 390 с.

Уэйджер Л., Браун Г. Расслоенные изверженные породы. – М.: Мир, 1970. 551 с.

Петроструктурная эволюция ультрамафитов / А.И. Чернышов, А.И. Гончаренко, И.Ф. Гертнер, О.В. Бетхер. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1997. - 160 с.

Пейве А.В., Богданов И.А., Книппер А.Л., Пушаровский А.С. Офиолиты, современное состояние и проблемы исследований. // Геотектоника, 1977, № 6. С. 4-14.

Симонов Б.А. Петрогенезис офиолитов. – Новосибирск: Наука, 1993. - 248 с.

Великославинский Д.А., Елисеев Э.Н., Кратц К.О. Вариационный анализ эволюции магматических систем (методика изучения и опыт систематики естественных рядов магм). – Л.: Наука, 1984. - 279 с.

Шинкарев Н.Ф., Иванников В.В. Физико-химическая петрология изверженных пород. – Л.: Недра, 1983. - 271 с.

Эволюция изверженных пород: Пер. с англ./ Под ред. Х. Йодера. – М.: Мир, 1983. - 528 с.

Петрография. Ч. 1. /Под ред. А.А. Маракушева. – М.: Изд-во МГУ, 1976. - 382 с.

Гертнер И.Ф. Принципы классификации магматических формаций на основе вещественного состава // Петрология магматических и метаморфических комплексов. Вып. 1. – Томск: ЦНТИ, 2000. С. 148 – 155.

Презентации ведущих ученых РАН, представленных на семинарах и конференциях, проводимых на базе ТГУ.

в) ресурсы сети Интернет:

Геологический институт РАН (ГИН РАН) <http://www.ginras.ru/>

Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН (ИГЕМ РАН) <http://www.igem.ru/site/index.html>

### **13. Перечень информационных ресурсов**

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office On-eNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);

– публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).

б) информационные справочные системы:

– Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ –  
<http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>

– Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ –  
<http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>

– ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>

– ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>

– Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>

– ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>

– ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

#### **14. Материально-техническое обеспечение**

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения занятий семинарского типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

#### **15. Информация о разработчиках**

Гертнер Игорь Федорович, канд. геол.-минерал. наук, доцент каф. петрографии ГГФ, ТГУ.

Крылова Вера Алексеевна, ассистент каф. петрографии ГГФ, ТГУ.

Программа одобрена на заседании учебно-методической комиссии геолого-географического факультета «24» июня 2022 г., протокол № 6.