

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования "Пермский  
государственный национальный исследовательский  
университет"**

**Кафедра минералогии и петрографии**

Авторы-составители: **Чайковский Илья Иванович**

Рабочая программа дисциплины  
**ГЕОХИМИЯ ПЕТРОГЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ**  
Код УМК 91409

Утверждено  
Протокол №9  
от «25» мая 2020 г.

Пермь, 2020

## **1. Наименование дисциплины**

Геохимия петрогенных элементов

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина входит в вариативную часть Блока « Б.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **05.03.01** Геология  
направленность Геохимия

### **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

В результате освоения дисциплины **Геохимия петрогенных элементов** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

**05.03.01** Геология (направленность : Геохимия)

**ПК.1** готовность использовать теоретические знания при выполнении производственных, технологических и инженерных исследований в соответствии со специализацией для обеспечения максимальной эффективности профессиональной деятельности

**ПК.8** способность применять на практике методы сбора, обработки, анализа и обобщения фондовой, полевой и лабораторной геологической, геофизической, геохимической, гидрогеологической, инженерно-геологической, нефтегазовой и эколого-геологической информации

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направления подготовки</b>	05.03.01 Геология (направленность: Геохимия)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	11
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	3
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	108
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	42
<b>Проведение лекционных занятий</b>	14
<b>Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку</b>	28
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	66
<b>Формы текущего контроля</b>	Входное тестирование (1) Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (2)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Зачет (11 триместр)

## **5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины**

### **Геохимия петрогенных элементов.**

Геохимические петрогенные элементы — способы систематизации химических элементов в зависимости от их встречаемости в природе или просто классификации используемые в геохимии. Таких классификаций существует несколько.

#### **Введение**

Введение. Понятие о «Геохимия петрогенных элементов», ее цель, задачи, предмет и объект. Связь с другими дисциплинами. Основная и вспомогательная литература.

#### **1. Современные методы определения химического состава пород**

1. Химические анализы горных пород. Отбор и подготовка. Форма изображения химического состава пород. Методы отбора и анализа проб, породообразующие (петрогенные) и малые (акцессорные) компоненты. Табличная, формульная и графическая форма выражения химического состава пород.

#### **2. Геохимическое поведение петрогенных элементов в процессе кристаллизации магматических расплавов**

2. Общая характеристика главнейших породообразующих элементов и их поведение в магматическом процессе. Общая характеристика и распространенность породообразующих оксидов. Минералы–носители и –концентраторы химических элементов. Элементы–сеткообразователи, катионы–модификаторы решетки. Кислотность–основность магматических расплавов.

#### **3. Классификация пород**

3. Типизация (номенклатура) пород. Количественно-минералогический и химический подход. Пересчет химических составов пород на нормативный. Метод CIPW. Классификация терминологической комиссии петрокомитета и альтернативные методы.

#### **4. Основные механизмы формирования магматических расплавов**

4. Серии магматических пород. История выделения серий. Боуэновский и фенеровский тренды дифференциации. Толеитовая, известково-щелочная, субщелочная, и щелочная серии. Глиноземистая и метаглиноземистая, железистая и магниезиальная серии. Минералы-индикаторы.

#### **5. Серийные признаки магматических пород**

5. Происхождение ультраосновных, основных и кислых пород. Генезис пород. Деплетирование верхней мантии и реститообразование. Происхождение базальтовой магмы. Палингенез и ультраметаморфизм. Генетическая типизация ультраосновных и кислых пород.

#### **6. Связь состава магматитов с геотектоническими и фациальными обстановками**

6. Геотектоническая типизация петрохимических серий пород. Типизация геотектонических обстановок. Магматические серии основных геодинамических режимов океанов и континентов. Типизационные диаграммы. Фациальные условия кристаллизации гранитоидной магмы. Фации глубинности. Диаграммы Н.Боуэна и Г.Б. Ферштатера. Минералы-индикаторы.

#### **7. Процессы постмагматической мобилизации рудного вещества в магматических интрузиях**

7. Постмагматические изменения пород. Изохимические и аллохимические процессы. Оценка масштабов привноса–выноса. Декварцификация, окварцевание, альбитизация, микроклинизация и грейзенизация и их роль в мобилизации рудного вещества и формирования оруденения. Комплексование петрохимических и количественно-минералогических методов. Потенциальная рудоносность магматических горных пород. Генетическая связь петрогенных и рудных компонентов. Прогнозно-металлогеническая петрохимия. Рудная специализация магматических пород.

## **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

## **7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

## 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

### Основная:

1. Чертко, Н. К. Геохимия : учебник для студентов, обучающихся по геологическим специальностям / Н. К. Чертко. — Саратов : Ай Пи Ар Медиа, 2019. — 291 с. — ISBN 978-5-4497-0030-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт].  
<http://www.iprbookshop.ru/83923.html>
2. Стерленко, З. В. Общая геохимия : практикум / З. В. Стерленко, А. А. Рожнова. — Ставрополь : Северо-Кавказский федеральный университет, 2016. — 148 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт].  
<http://www.iprbookshop.ru/66070.html>

### Дополнительная:

1. Абрамович И. И., Клушин И. Г. Петрохимия и глубинное строение Земли/И. И. Абрамович, И. Г. Клушин.-Ленинград:Недра,1978.-374.
2. Малахов И. А. Петрохимия главных формационных типов ультрабазитов/И. А. Малахов.- Москва:Наука,1983.-223.
3. Литология и петрохимия осадочных пород в разных зонах метаморфизма/Академия наук СССР, Институт геологии и геохронологии докембрия.-Ленинград:Наука. Ленинградское отделение,1974.-192.- Библиогр.: с. 176-189
4. Заварицкий А. Н. Пересчет химических анализов изверженных горных пород и определение химических типов их. Справочное пособие/А. Н. Заварицкий.-Москва:Государственное научно-техническое издательство литературы по геологии и охране недр,1960.-156.
5. Магматические горные породы/Академия наук СССР, Отделение геологии, геофизики и геохимии, Петрографический комитет ОГГГ, Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии.-Москва:Наука,1983.Т. 1, Часть 2.Классификация, номенклатура, петрография/Е. Д. Андреева [и др.].-1983.-768
6. Бородин Л. С. Петрохимия магматических серий/Л. С. Бородин ; ред. В. В. Иванов.- Москва:Наука,1987.-260.-Библиогр.: с. 249-254
7. Стефанова М. Петрохимия магматических пород/М. Стефанова ; авт. предисл. А. Маракушев.- Москва:Мир,1980.-403.-Библиогр.: с. 394-395

## **9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины**

<http://elibrary.ru> Научная электронная библиотека eLIBRARY.ru

[www.iprbookshop.ru](http://www.iprbookshop.ru) Электронно-библиотечная система IPRbooks

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Образовательный процесс по дисциплине **Геохимия петрогенных элементов** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем: Презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий); доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС); доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень необходимого лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения:

- 1.Офисный пакет приложений.
- 2.Приложение позволяющее просматривать и воспроизводить медиаконтент PDF-файлов.
- 3.Программы, демонстрации видео материалов (проигрыватель).
- 4.Офисный пакет приложений «LibreOffice».
5. Дисциплина не предусматривает использования специализированного обеспечения.

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ ([student.psu.ru](http://student.psu.ru)).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

## **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Учебная аудитория для лекционных занятий, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Учебная аудитория для лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультации:

Коллекционная лаборатория минералогии и кристаллографии. Состав оборудования, учебно-наглядное пособие определено в паспорте лаборатории.

Аудитория для самостоятельной работы помещение научной библиотеки ПГНИУ, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации: Коллекционная лаборатория минералогии и кристаллографии. Состав оборудования, учебно-наглядное пособие определено в паспорте лаборатории.



Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине  
Геохимия петрогенных элементов**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции и  
критерии их оценивания**

<b>Компетенция</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>
<p><b>ПК.1</b> готовность использовать теоретические знания при выполнении производственных, технологических и инженерных исследований в соответствии со специализацией для обеспечения максимальной эффективности профессиональной деятельности</p>	<p>Знать способы отбора, обработки и анализа результатов химического анализа, способов выражения состава, поведение оксидов в магматических расплавах. Уметь подобрать эффективный комплекс методов интерпретации. Владеть всеми представлениями о происхождении магматических пород, их типизации, фациальной и геотектонической природе.</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Не знает основ поведения петрогенных элементов при кристаллизации магмы. Не умеет пересчитывать химические анализы и использовать их для различных задач. Не владеет представлениями о происхождении магматических пород, их типизации, фациальной и геотектонической природе.</p> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Не знает большинство основ поведения петрогенных элементов при кристаллизации магмы. Умеет с трудом пересчитывать химические анализы и использовать их для различных задач. Не владеет большинством представлений о происхождении магматических пород, их типизации, фациальной и геотектонической природе.</p> <p align="center"><b>Хорошо</b></p> <p>Знает большинство основ поведения петрогенных элементов при кристаллизации магмы. Умеет пересчитывать химические анализы и использовать их для различных задач. Владеет большинством представлений о происхождении магматических пород, их типизации, фациальной и геотектонической природе.</p> <p align="center"><b>Отлично</b></p> <p>Знает все основ поведения петрогенных элементов при кристаллизации магмы. Умеет легко пересчитывать химические анализы и использовать их для различных задач. Владеет всеми представлениями о</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>происхождении магматических пород, их типизации, фациальной и геотектонической природе.</p>
<p><b>ПК.8</b>  способность применять на практике методы сбора, обработки, анализа и обобщения фондовой, полевой и лабораторной геологической, геофизической, геохимической, гидрогеологической, инженерно-геологической, нефтегазовой и эколого-геологической информации</p>	<p>Уметь отобрать и подготовить для анализа каменный материал, обработать результаты химического анализа и использовать их для типизации серий магматических пород.  Знать критерии выделения серий.  Владеть представлениями о происхождении магматических пород.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Не умеет отобрать и подготовить для анализа каменный материал, обработать результаты химического анализа и использовать их для типизации серий магматических пород.  Не знает критерии выделения серий.  Не владеет представлениями о происхождении магматических пород.</p> <p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Умеет в общих чертах отобрать и подготовить для анализа каменный материал, обработать результаты химического анализа и использовать их для типизации серий магматических пород.  Знает некоторые критерии выделения серий.  Слабо владеет представлениями о происхождении магматических пород.</p> <p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>Умеет отобрать и подготовить для анализа каменный материал, обработать результаты химического анализа и использовать их для типизации серий магматических пород.  Знает большинство критериев выделения серий.  Владеет базовыми представлениями о происхождении магматических пород.</p> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Умеет эффективно отобрать и подготовить для анализа каменный материал, обработать результаты химического анализа и использовать их для типизации серий магматических пород.  Знает все критерии выделения серий.  Владеет всеми представлениями о происхождении магматических пород.</p>

## Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Зачет

**Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации :** Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

**Максимальное количество баллов :** 100

### Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 44 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 44 балла

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<b>Входной контроль</b>	Введение <b>Входное тестирование</b>	Проверка остаточных знаний
<b>ПК.1</b> готовность использовать теоретические знания при выполнении производственных, технологических и инженерных исследований в соответствии со специализацией для обеспечения максимальной эффективности профессиональной деятельности	2. Геохимическое поведение петрогенных элементов в процессе кристаллизации магматических расплавов <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Методы определения химического состава пород и поведение элементов в магматическом расплаве

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p><b>ПК.1</b> готовность использовать теоретические знания при выполнении производственных, технологических и инженерных исследований в соответствии со специализацией для обеспечения максимальной эффективности профессиональной деятельности</p> <p><b>ПК.8</b> способность применять на практике методы сбора, обработки, анализа и обобщения фондовой, полевой и лабораторной геологической, геофизической, геохимической, гидрогеологической, инженерно-геологической, нефтегазовой и эколого-геологической информации</p>	<p>5.Сериальные признаки магматических пород</p> <p><b>Письменное контрольное мероприятие</b></p>	<p>Знание существующих классификаций магматитов, механизмов их формирования и сериальной принадлежности</p>
<p><b>ПК.8</b> способность применять на практике методы сбора, обработки, анализа и обобщения фондовой, полевой и лабораторной геологической, геофизической, геохимической, гидрогеологической, инженерно-геологической, нефтегазовой и эколого-геологической информации</p>	<p>7.Процессы постмагматической мобилизации рудного вещества в магматических интрузиях</p> <p><b>Итоговое контрольное мероприятие</b></p>	<p>Геотектонические обстановки и рудоносность магматитов</p>

### Спецификация мероприятий текущего контроля

#### Введение

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **.25 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **0**

Проходной балл: **0**

Показатели оценивания	Баллы
Наличие уверенных представлений о магматических породах, постмагматических процессах и геотектонических обстановках	10
Наличие базовых представлений о магматических породах, постмагматических процессах	

и геотектонических обстановках	8
Наличие разрозненных представлений о магматических породах, постмагматических процессах и геотектонических обстановках	6
Отсутствие каких-либо представлений о магматических породах, постмагматических процессах и геотектонических обстановках	5

## **2. Геохимическое поведение петрогенных элементов в процессе кристаллизации магматических расплавов**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **.25 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Наличие исчерпывающих представлений о химическом анализе пород и поведении петрогенных и малых элементов в расплаве	30
Наличие основных представлений о химическом анализе пород и поведении петрогенных и малых элементов в расплаве	23
Разрозненные представления о химическом анализе пород и поведении петрогенных и малых элементов в расплаве	17
Отсутствие представлений о химическом анализе пород и поведении петрогенных и малых элементов в расплаве	13

## **5.Сериальные признаки магматических пород**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **.25 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **18**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Свободное владение современными классификациями МГП, знание механизмов формирования и признаков определения петрохимических серий	40
Владение современными классификациями МГП, знание механизмов формирования и признаков определения петрохимических серий	35
Наличие разрозненных представлений о современных классификациях МГП, знании механизмов формирования и признаков определения петрохимических серий	26
Отсутствие каких-либо внятных представлений.	18

## **7.Процессы постмагматической мобилизации рудного вещества в магматических интрузиях**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **.25 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Уверенные представления о связи химического состава пород с геотектоническими обстановками и признаках потенциальной рудоносности	30
Достаточные представления о связи химического состава пород с геотектоническими обстановками и признаках потенциальной рудоносности	24
Разрозненные представления о связи химического состава пород с геотектоническими обстановками и признаках потенциальной рудоносности	18
Отсутствие каких-либо представлений	13