

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Институт географии, геологии, туризма и сервиса

УТВЕРЖДАЮ:  
Проректор по учебной работе,  
качеству образования – первый  
проректор  
\_\_\_\_\_ Т.А. Хагуров  
подпись

« 28 » 05 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Б1.В.ДВ.02.02 ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ ПЕТРОЛОГИЯ**

*(код и наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)*

Направление подготовки/специальность 05.03.01 Геология  
*(код и наименование направления подготовки/специальности)*

Направленность (профиль) Гидрогеология и инженерная геология  
*(наименование направленности (профиля) специализации)*

Форма обучения очная  
*(очная, очно-заочная, заочная)*

Квалификация бакалавр

Краснодар 2021

Рабочая программа дисциплины «Физико-химическая петрология» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки

05.03.01 «Геология» (направленность (профиль) – Гидрогеология и инженерная геология)

код и наименование направления подготовки

Программу составил(и):

Куропаткина Т.Н., ст. преподаватель

кафедры региональной и морской геологии

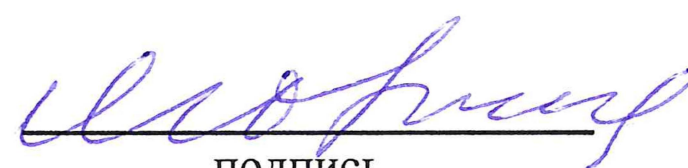
И.О. Фамилия, должность, ученая степень, ученое звание

  
подпись

Рабочая программа дисциплины «Физико-химическая петрология» утверждена на заседании кафедры региональной и морской геологии протокол № 8 «23» 04 2021 г.

Заведующий кафедрой Любимова Т.В.

фамилия, инициалы

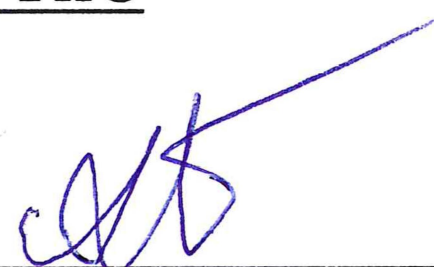
  
подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии ИГГТиС

протокол № 4 «29» 04 2021 г.

Председатель УМК ИГГТиС Филобок А.А.

фамилия, инициалы

  
подпись

Рецензенты:

Воронова О.Б., доцент кафедры аналитической химии, канд. хим. наук

Евсеева Т.И., заведующий грунтоведческой лабораторией АО «СевКавТИСИЗ», д-р биол. наук

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля)

### 1.1 Цель освоения дисциплины

Основная цель – формирование у студентов, обучающихся по направлению подготовки 05.03.01 Геология (квалификация «бакалавр», профиль подготовки «Гидрогеология и инженерная геология»), знаний по петрологии магматических пород, их физико-химических условиях образования, процессах формирования, преобразования горных пород, их степени изменения под влиянием различных факторов, закономерностях распределения в земной коре, мантии Земли и космическом веществе.

### 1.2 Задачи дисциплины

- выработать понимание методологических основ, фундаментальных понятий и принципов петрологии;
- ориентироваться в современных методах обработки, систематизации и интерпретации петрологических и петрохимических данных;
- получить знания о составе, строении, условиях залегания и классификации магматических горных пород;
- раскрыть основные проблемы происхождения и условия формирования магматических пород.

### 1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Физико-химическая петрология» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана. В соответствии с рабочим учебным планом дисциплина изучается на 3 курсе по очной форме обучения. Вид промежуточной аттестации: зачет.

Дисциплина «Физико-химическая петрология» читается в 6-ом семестре. Изучение дисциплины базируется на знаниях, полученных при изучении таких дисциплин как «Математика», «Физика», «Химия», «Общая геология», «Минералогия с основами кристаллографии», «Геохимия», «Геофизика», «Петрография», а также в ходе Общегеологической практики (практика по общей геологии), практик по профилю профессиональной деятельности. «Грунтоведение», «Инженерная геология» преподаются параллельно. Последующие дисциплины, для которых данная дисциплина является предшествующей – «Инженерная геодинамика», «Механика грунтов», «Инженерная геофизика», «Взаимодействие геологической среды с инженерными сооружениями», в соответствии с учебным планом.

### 1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

| Код и наименование индикатора* достижения компетенции                                                                                                                                  | Результаты обучения по дисциплине<br>(знает, умеет, владеет (навыки и/или опыт деятельности))                                                                                                                                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ПК-1.Способен управлять проведением и проводить полевые, лабораторные наблюдения и исследования грунтов и подземных вод, выполнять камеральную обработку полученных результатов</b> |                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>ИПК-1.1 Управляет проведением и проводит полевые, лабораторные наблюдения и исследования грунтов и подземных вод</b>                                                                | <b>Знать</b> – порядок проведения лабораторных испытаний на базе стационарных лабораторий; основные понятия физической химии, петрологии                                                                                           |
|                                                                                                                                                                                        | <b>Уметь</b> – подготавливать образцы к испытаниям для определения физических, механических, свойств грунтов и горных пород; ориентироваться в основных методах обработки, систематизации петрологических и петрохимических данных |

| Код и наименование индикатора* достижения компетенции                                        | Результаты обучения по дисциплине<br>( <i>знает, умеет, владеет (навыки и/или опыт деятельности)</i> )                                                                                                                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                              | <b>Владеть</b> – навыками проведения лабораторных испытаний; навыками качественного и количественного анализа физико-химических параметров геологических процессов                                                           |
| <b>ИПК-1.2 Управляет проведением и проводит камеральную обработку полученных результатов</b> | <b>Знать</b> – основные понятия о составе, строении, условиях залегания и классификации магматических горных пород; процессы, происходящие в магматических породах, особенности их формирования                              |
|                                                                                              | <b>Уметь</b> – проводить характеристику физических и физико-химических параметров магматических горных пород и анализировать петрологические модели формирования магматических серий в различных геодинамических обстановках |
|                                                                                              | <b>Владеть</b> – навыками интерпретации результатов петрологических и петрохимических исследований; понятийно-терминологическим аппаратом в области физической химии геологических процессов и петрологии                    |

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

## 2. Структура и содержание дисциплины

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице

| Виды работ                                                                                                                                                            | Всего часов | Форма обучения   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------|
|                                                                                                                                                                       |             | очная            |
|                                                                                                                                                                       |             | 6 семестр (часы) |
| <b>Контактная работа, в том числе:</b>                                                                                                                                |             |                  |
| <b>Аудиторные занятия (всего):</b>                                                                                                                                    | <b>52</b>   | <b>52</b>        |
| занятия лекционного типа                                                                                                                                              | 26          | 26               |
| лабораторные занятия                                                                                                                                                  | 26          | 26               |
| практические занятия                                                                                                                                                  | -           | -                |
| семинарские занятия                                                                                                                                                   | -           | -                |
| <b>Иная контактная работа:</b>                                                                                                                                        |             |                  |
| Контроль самостоятельной работы (КСР)                                                                                                                                 | 2           | 2                |
| Промежуточная аттестация (ИКР)                                                                                                                                        | 0,2         | 0,2              |
| <b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>                                                                                                                           | <b>53,8</b> | <b>53,8</b>      |
| Курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)                                                                                                                           | -           | -                |
| Контрольная работа                                                                                                                                                    | -           | -                |
| Расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)                                                                                                                        | -           | -                |
| Реферат/эссе (подготовка)                                                                                                                                             | 8           | 8                |
| Самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и | 33,8        | 33,8             |

|                                             |                                      |            |    |
|---------------------------------------------|--------------------------------------|------------|----|
| практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.) |                                      |            |    |
| Подготовка к текущему контролю              |                                      | 12         | 12 |
| <b>Контроль:</b>                            |                                      |            |    |
| Подготовка к экзамену                       |                                      | -          | -  |
| <b>Общая трудоемкость</b>                   | <b>час.</b>                          | <b>108</b> |    |
|                                             | <b>в том числе контактная работа</b> | <b>52</b>  |    |
|                                             | <b>зач. ед</b>                       | <b>3</b>   |    |

## 2.2 Содержание дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 6 семестре (3 курсе) (очная форма обучения)

| №  | Наименование разделов (тем)                                                                          | Количество часов |                   |          |           |                      |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------|----------|-----------|----------------------|
|    |                                                                                                      | Всего            | Аудиторная работа |          |           | Внеаудиторная работа |
|    |                                                                                                      |                  | Л                 | ПЗ       | ЛР        |                      |
| 1. | Введение в физико-химическую петрологию.                                                             | 9,8              | 2                 |          | 2         | 5,8                  |
| 2. | Общие сведения о магматических горных породах и магмах. Магматические формации.                      | 12               | 4                 |          | 4         | 4                    |
| 3. | Процессы образования магматических горных пород. Особенности дифференциации магматических расплавов. | 20               | 6                 |          | 6         | 8                    |
| 4. | Фазовые отношения и фазовые диаграммы (диаграммы фазового состояния).                                | 12               | 4                 |          | 4         | 4                    |
| 5. | Принципы классификации магматических пород. Генетическая систематика магматических горных пород.     | 18               | 6                 |          | 4         | 8                    |
| 6. | Петрологические модели формирования магматических серий в различных геодинамических обстановках.     | 12               | 2                 |          | 4         | 6                    |
| 7. | Взаимосвязь магматических, метаморфических и метасоматических процессов.                             | 10               | 2                 |          | 2         | 6                    |
|    | <b>ИТОГО по разделам дисциплины</b>                                                                  | <b>93,8</b>      | <b>26</b>         | <b>-</b> | <b>26</b> | <b>41,8</b>          |
|    | Контроль самостоятельной работы (КСР)                                                                | 2                |                   |          |           |                      |
|    | Промежуточная аттестация (ИКР)                                                                       | 0.2              |                   |          |           |                      |
|    | Подготовка к текущему контролю                                                                       | 12               |                   |          |           |                      |
|    | Общая трудоемкость по дисциплине                                                                     | 108              |                   |          |           |                      |

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

## 2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины

### 2.3.1 Занятия лекционного типа

| №  | Наименование раздела (темы)              | Содержание раздела (темы)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Форма текущего контроля |
|----|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| 1. | Введение в физико-химическую петрологию. | Введение в петрологию. Понятие о горной породе. Основы физической химии как науки. Цели, задачи, основные понятия курса. Классификация методов физической химии. Методы исследования горных пород. Основные проблемы и задачи петрологии. Магматические горные породы как основные объекты петрологии докембрия. История становления и развития науки. Роль отечественных и | УО, Р                   |

|    |                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |       |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|    |                                                                                                      | зарубежных исследователей в развитии физической химии. Связь физической химии с другими науками. Глубинное строение Земли по геолого-геофизическим данным. Петрологические модели, позволяющие интерпретировать геофизические и экспериментальные данные о внутреннем строении ядра, нижней и верхней мантии. Представление о пиролитовой модели верхней мантии и современные интерпретации ее состава. Астеносфера как отражение частичного плавления гранатосодержащего лерцолита. Природа границы Мохо: перидотитовая и эклогитовая модели. Краткая характеристика строения океанической и континентальной литосферы и их отражение в моделях магмогенеза.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |       |
| 2. | Общие сведения о магматических горных породах и магмах. Магматические формации.                      | Роль магматических горных пород в строении литосферы. Химизм и свойства силикатных расплавов. Общие сведения о типах магм (мантийные, коровые и гибридные магмы, химический состав, флюидная фаза магм, температура, вязкость и плотность магм). Кристаллизация магм, процесс магматической дистилляции. Реакционные серии. Этапы магматического процесса и возможные пути отделения гидротермальных растворов. Зарождение и развитие системного подхода в изучении магматических горных пород. Основные положения учения о магматических формациях Ю. А. Кузнецова. Магматическая ассоциация как термин свободного пользования. Вопрос о генетической связи пород, объединенных в магматическую формацию. Абстрактная и конкретная формации (формационный тип и магматический комплекс), их соотношение. Определение магматического комплекса. Основные параметры, определяющие индивидуальность магматической формации (состав, строение, соотношение с окружающей средой). Магматическая серия и ее толкование в абстрактном и конкретном понимании (петрохимическая и петрографическая серии). Краткая характеристика основных типов петрохимических серий (толеитовых, известково-щелочных, субщелочных и щелочных) и диагностические признаки слагающих их пород. Сопоставление понятий «магматическая формация» и «магматическая серия». Сравнение сериального и формационного подходов в изучении природных ассоциаций магматических горных пород. Современные проблемы учения о магматических формациях в рамках плейттектонической концепции. | УО, Р |
| 3. | Процессы образования магматических горных пород. Особенности дифференциации магматических расплавов. | Понятие о «петрографических провинциях» и очаговых магматических ареалах. Понятие о родоначальной (материнской) и производной магмах. Причины разнообразия составов изверженных горных пород. Частичное плавление и роль субстратов разного состава как главных факторов разнообразия первичных магм (на примере границы «кора–мантия»). Дифференциация и газовый перенос в жидкой магме: эффект Сори, эманационная дифференциация. Фракционная кристаллизация: в движущемся потоке магмы, гравитационное фракционирование кристаллов, фильтр-прессинг. Синтексис и флюидный синтексис. Процессы гибридации. Магматическая дифференциация (фракционирование) силикатных расплавов как ведущий фактор магматической петрологии. Классификация процессов фракционирования. Системы, состоящие из жидкой и твердой фаз. Парциальное плавление. Ликвация. Смешение расплавов различного состава. Ассимиляция, контаминация, магматическое замещение.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | УО, Р |

|    |                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|    |                                                                                                  | <p>Автометасоматоз. Образование зональных по составу магматических тел в результате оседания кристаллов. Кумулаты и субсолидусные структуры.</p> <p>Дифференциация базитового расплава в силлах: строение дифференцированных силлов. Механизмы дифференциации. Петрохимические и геохимические признаки дифференциации.</p> <p>Расслоенные ультрабазит-базитовые массивы. Внутреннее строение, основные термины. Ритмическая расслоенность, механизмы и модели ее образования.</p> <p>Расслоенные ультрабазит-базитовые массивы различных геодинамических обстановок. Расслоенные массивы древних кратонов: Бушвельд, Стиллуотер и др. Полосчатый комплекс офиолитов как пример расслоенных габброидов. Островодужные расслоенные габброиды и габброидные комплексы коллизионных геодинамических обстановок. Проблема анортозитов в ультрабазит-базитовых ассоциациях.</p> <p>Методы моделирования процессов кристаллизационно-гравитационной дифференциации (<i>Komagmat, Pluton</i>). Выяснение состава родоначального расплава и физико-химических условий становления расслоенных массивов.</p> <p>Рудоносность расслоенных ультрабазит-базитовых ассоциаций.</p> <p>Дифференциация гранитных расплавов по механизму усадочной конвекции. Особенности строения многофазных гранитных массивов (граниты главной фазы – фазы дополнительных интрузий и заключительной фазы). Понятие о гомодромности и полихронности. Петрохимические и геохимические признаки дифференциации гранитных расплавов.</p> <p>Гранитоидные батолиты различных геодинамических обстановок. Особенности строения, механизмы и модели образования.</p> <p>Рудоносность гранитоидных ассоциаций.</p> <p>Редкометалльные граниты, онгониты и эльваны.</p> |       |
| 4. | Фазовые отношения и фазовые диаграммы (диаграммы фазового состояния).                            | <p>Эмпирический и термодинамический методы исследования фазовых отношений в магматических системах. Классификация магматических систем по соотношениям фаз и компонентов. Правило фаз Гиббса. Назначение и принципы построения фазовых диаграмм. Бинарные системы и фазовые диаграммы для случаев конгруэнтного плавления, фракционного плавления, фракционной кристаллизации в системах с твердыми растворами.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | УО, Р |
| 5. | Принципы классификации магматических пород. Генетическая систематика магматических горных пород. | <p>Условия залегания магматических горных пород. Эффузивные и интрузивные породы. Жильные или субвулканические породы. Структуры и текстуры магматических пород. Химический состав магматических пород. Роль химического состава в классификации магматических пород. Способы пересчета химических составов магматических пород. Методы обработки петрохимических данных. Современная классификация магматических горных пород.</p> <p>-Магматические породы мантийного происхождения и их систематика.</p> <p>а) Общие закономерности частичного плавления верхнемантийного субстрата (Р-Т-границные условия вмещающей среды, аномальные Р-Т градиенты и их интерпретация с позиции плюмтектоники, степень плавления и его влияние на состав первичных мантийных</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | УО, Р |

|    |                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |              |
|----|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
|    |                                     | <p>магм, равновесная и динамическая модели магмообразования).</p> <p>б) Тектонические блоки пород верхней мантии.</p> <p>в) Включения мантийного вещества (глубинные ксенолиты) в щелочных базальтах и кимберлитах.</p> <p>г) Продукты кристаллизации первичных мантийных магм и геодинамические модели их формирования.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Происхождение офиолитов как отражение тектонически совмещенных и выведенных в верхние горизонты земной коры верх-немантийных реститов и генетически связанных с ними базитовых магм (MORB-базальты и проблема генезиса N-, T-, E-типов).</li> <li>- Происхождение коматиитов.</li> <li>- Происхождение меймечитов и щелочных пикритов.</li> <li>- Происхождение марианитов и бонинитов.</li> <li>- Происхождение алмазоносных кимберлитов и лампроитов.</li> </ul> <p>-Магматические породы корового происхождения, их систематика.</p> <p>а) Общие закономерности частичного плавления кварцево-палевошпатового корового субстрата (степень плавления в условиях «стандартного» температурного градиента в земной коре, проблема аномальных температурных градиентов в земной коре, связанных с плюмтектоникой, равновесная и динамическая модели гранитообразования).</p> <p>б) Продукты кристаллизации первичных коровых магм и геоди-намические модели их формирования.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Происхождение первичных коровых гранитоидов («серых гнейсов»).</li> <li>- Происхождение автохтонных и параавтохтонных гранитов и гранитоидов зон ультраметаморфизма.</li> <li>- Происхождение пересыщенных глиноземом (высокоглиноземистых) гранитов и их вулканических аналогов – продуктов плавления метаосадочного корового субстрата (S-граниты).</li> <li>- Происхождение насыщенных глиноземом (умеренноглиноземистых) гранитов и их вулканических аналогов – продуктов плавления магматогенного корового субстрата (I-граниты).</li> <li>- Происхождение недосыщенных глиноземом (низкоглиноземистых) гранитов и их вулканических аналогов – продуктов плавления метасоматически преобразованного корового субстрата (A- граниты).</li> </ul> <p>4.3. Гибридные магматические породы, образовавшиеся в результате смешения мантийных и коровых магм и (или) ассимиляции мантийными магмами корового материала, и наоборот, растворения мантийных пород в коровых магмах.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Продукты смешения первичных мантийных магм и их дифференциатов в промежуточных камерах.</li> <li>- Продукты контаминации мантийных пикритовых и базальтовых магм сиалическими горными породами корового происхождения.</li> <li>- Продукты контаминации кислых коровых магм более основными горными породами.</li> <li>- Продукты смешения мантийных и коровых магм (понятие о «миксинге» и «минглинге»). Минглинг-дайки как пример взаимодействия мантийных и коровых расплавов.</li> <li>- Другие петрологические модели формирования изверженных горных пород среднего состава.</li> </ul> |              |
| 6. | Петрологические модели формирования | <p>Магматизм океанических хребтов. Магматизм внутриконтинентальных рифтовых зон. Магматизм</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <i>УО, Р</i> |

|    |                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |              |
|----|--------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
|    | магматических серий в различных геодинамических обстановках.             | горячих точек и полей: океанические острова, траппы, А-граниты. Типы мантийных источников (DM, EM-1, EM-II, HIMU, ДЮПАЛ-аномалии), их связь с изотопно-геохимическим составом базальтов. Петрологические модели образования базальтовых расплавов MORB- и OIB-типов. Магматизм зон перехода континент–океан: юные и зрелые островные дуги; задуговые бассейны; трансформные окраины; окраинно-континентальные вулcano-плутонические пояса; рифты тыловых частей активных континентальных окраин. Индикаторные геохимические отношения в базальтах активно-континентальных окраин и их связь с процессами магмогенерации в зонах субдукции. Аномалии Ti, Nb и Ta в магматических сериях активно-континентальных окраин и их интерпретация. Роль пелагического компонента, а также MORB-компонента в магмогенерации при погружении океанской литосферы в зонах субдукции. Происхождение высокоглиноземистых и высокомагнезиальных базальтовых расплавов активных континентальных окраин. Проблемы генезиса андезитовых магм. Петрологические модели формирования гранитоидных батолитов на активных континентальных окраинах. Магматизм коллизионных зон. Роль мантийных расплавов в коллизионном тектогенезе. |              |
| 7. | Взаимосвязь магматических, метаморфических и метасоматических процессов. | Эволюция метаморфических процессов в истории Земли. Понятие о магматических, метаморфических и метасоматических формациях. Основные тенденции развития современной петрологии.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <i>УО, Р</i> |

### 2.3.2 Занятия семинарского типа (практические / семинарские занятия/ лабораторные работы)

| №  | Наименование раздела (темы)                                                                          | Тематика занятий/работ                                                                     | Форма текущего контроля |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| 1. | Введение в физико-химическую петрологию.                                                             | Физико-химическая петрология.                                                              | ЗЛР                     |
| 2. | Общие сведения о магматических горных породах и магмах. Магматические формации.                      | Физические параметры магматических горных пород. Основные правила.                         | ЗЛР                     |
| 3. | Процессы образования магматических горных пород. Особенности дифференциации магматических расплавов. | Физические и физико-химические характеристики магматических пород. Магматические формации. | ЗЛР                     |
| 4. | Фазовые отношения и фазовые диаграммы (диаграммы фазового состояния).                                | Фазовые диаграммы. Бинарные системы и их интерпретации.                                    | ЗЛР                     |
| 5. | Принципы классификации магматических пород. Генетическая систематика                                 | Классификации пород на основе нормативных пересчетов CIPW.                                 | ЗЛР                     |

|    |                                                                                                  |                                                                              |     |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|-----|
|    | магматических горных пород.                                                                      |                                                                              |     |
| 6. | Петрологические модели формирования магматических серий в различных геодинамических обстановках. | Определение геодинамических обстановок магматических комплексов.             | ЗЛР |
| 7. | Взаимосвязь магматических, метаморфических и метасоматических процессов.                         | Взаимосвязь петрографических особенностей и физико-химических свойств пород. | ЗЛР |

Защита лабораторной работы (ЗЛР), выполнение курсового проекта (КП), курсовой работы (КР), расчетно-графического задания (РГЗ), написание реферата (Р), эссе (Э), коллоквиум (К), тестирование (Т) и т.д.

При изучении дисциплины могут применяться электронное обучение, дистанционные образовательные технологии в соответствии с ФГОС ВО.

### 2.3.3 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы - не предусмотрены

### 2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

| № | Вид СРС                                        | Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы                              |
|---|------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Проработка учебного (теоретического) материала | <i>Методические рекомендации по самостоятельной работе студентов утвержденные кафедрой НГТиГ</i>                       |
| 2 | Подготовка доклада и презентации               | <i>Методические рекомендации по написанию рефератов, докладов и подготовки презентаций утвержденные кафедрой НГТиГ</i> |

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

### 3. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины (модуля)

В ходе изучения дисциплины предусмотрено использование следующих образовательных технологий: лекции, лабораторные работы, подготовка письменных аналитических работ, самостоятельная работа студентов.

Компетентностный подход в рамках преподавания дисциплины реализуется в использовании интерактивных технологий и активных методов (разбора конкретных ситуаций) в сочетании с внеаудиторной работой.

Информационные технологии, применяемые при изучении дисциплины: использование информационных ресурсов, доступных в информационно-телекоммуникационной сети Интернет.

Адаптивные образовательные технологии, применяемые при изучении дисциплины – для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

### 4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Физико-химическая петрология».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме устного опроса в ходе лекции, защита реферата с презентацией, лабораторных работ – путем опроса в начале или конце занятий и **промежуточной аттестации** в форме вопросов и заданий к зачету.

#### Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

| № п/п | Код и наименование индикатора (в соответствии с п. 1.4)                                                                 | Результаты обучения (в соответствии с п. 1.4)                                                                                                                                                                                      | Наименование оценочного средства  |                              |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|
|       |                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                    | Текущий контроль                  | Промежуточная аттестация     |
| 1     | <b>ИПК-1.1 Управляет проведением и проводит полевые, лабораторные наблюдения и исследования грунтов и подземных вод</b> | <b>Знать</b> – порядок проведения лабораторных испытаний на базе стационарных лабораторий; основные понятия физической химии, петрологии                                                                                           | <i>Вопросы для устного опроса</i> | <i>Вопрос к зачету 1-3</i>   |
|       |                                                                                                                         | <b>Уметь</b> – подготавливать образцы к испытаниям для определения физических, механических, свойств грунтов и горных пород; ориентироваться в основных методах обработки, систематизации петрологических и петрохимических данных | <i>Вопросы для устного опроса</i> | <i>Вопрос к зачету 4-11</i>  |
|       |                                                                                                                         | <b>Владеть</b> – навыками проведения лабораторных испытаний; навыками качественного и                                                                                                                                              | <i>Вопросы для устного опроса</i> | <i>Вопрос к зачету 12-19</i> |

|   |                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                              |                                   |                              |
|---|----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|
|   |                                                                                              | количественного анализа физико-химических параметров геологических процессов                                                                                                                                                 |                                   |                              |
| 2 | <b>ИПК-1.2 Управляет проведением и проводит камеральную обработку полученных результатов</b> | <b>Знать</b> – основные понятия о составе, строении, условиях залегания и классификации магматических горных пород; процессы, происходящие в магматических породах, особенности их формирования                              | <i>Вопросы для устного опроса</i> | <i>Вопрос к зачету 20-24</i> |
|   |                                                                                              | <b>Уметь</b> – проводить характеристику физических и физико-химических параметров магматических горных пород и анализировать петрологические модели формирования магматических серий в различных геодинамических обстановках | <i>Вопросы для устного опроса</i> | <i>Вопрос к зачету 25-38</i> |
|   |                                                                                              | <b>Владеть</b> – навыками интерпретации результатов петрологических и петрохимических исследований; понятийно-терминологическим аппаратом в области физической химии геологических процессов и петрологии                    | <i>Вопросы для устного опроса</i> | <i>Вопрос к зачету 39-46</i> |

**Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**  
**Примерный перечень вопросов и заданий**

1. Устный опрос по темам лекций:

| № | Раздел                                                                          | Примерные вопросы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|---|---------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Введение в физико-химическую петрологию.                                        | 1.Когда образовалась физическая химия как наука? 2.Назовите основоположников физической химии. 3.Цели, задачи, основные понятия петрологии (физико-химические основы, правило фаз, принцип локального равновесия и т.д.) и физической химии. (дисперсная система, гетерогенность, обратимые и необратимые процессы и т.д.). 4.Перечислите классификации методов физической химии. 5.Теоретические методы физической химии. |
| 2 | Общие сведения о магматических горных породах и магмах. Магматические формации. | 1.Роль магматических горных пород в строении литосферы. 2.Химизм и свойства силикатных расплавов. 3. Общие сведения о типах магм (мантийные, коровые и гибридные магмы, химический состав, флюидная фаза магм, температура, вязкость и плотность магм). 4.Кристаллизация магм, процесс магматической дистилляции. 5.Реакционные серии. 6.Этапы магматического                                                              |

|   |                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |                                                                                                             | <p>процесса и возможные пути отделения гидротермальных растворов. 7. Зарождение и развитие системного подхода в изучении магматических горных пород. 8. Основные положения учения о магматических формациях Ю. А. Кузнецова. 9. Основные параметры, определяющие индивидуальность магматической формации (состав, строение, соотношение с окружающей средой). 10. Понятия «магматическая формация» и «магматическая серия». 11. Современные проблемы учения о магматических формациях в рамках плейттектонической концепции.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 3 | <p>Процессы образования магматических горных пород. Особенности дифференциации магматических расплавов.</p> | <p>1. Понятие о «петрографических провинциях» и очаговых магматических ареалах. 2. Понятие о родоначальной (материнской) и производной магмах. 3. Причины разнообразия составов изверженных горных пород. 4. Частичное плавление и роль субстратов разного состава как главных факторов разнообразия первичных магм (на примере границы «кора–мантия»). 5. Дифференциация и газовый перенос в жидкой магме: эффект Сори, эманационная дифференциация. 6. Фракционная кристаллизация: в движущемся потоке магмы, гравитационное фракционирование кристаллов, фильтр-прессинг. 7. Синтексис и флюидный синтексис. 8. Процессы гибридизации. 9. Магматическая дифференциация (фракционирование) силикатных расплавов как ведущий фактор магматической петрологии. 10. Классификация процессов фракционирования. Системы, состоящие из жидкой и твердой фаз. 11. Парциальное плавление. 12. Ликвация. 13. Смешение расплавов различного состава. 14. Ассимиляция, контамитация, магматическое замещение. 15. Автометасоматоз. Образование зональных по составу магматических тел в результате оседания кристаллов. Кумулаты и субсолидусные структуры. 16. Дифференциация базитового расплава в силлах: строение дифференцированных силлов. Механизмы дифференциации. Петрохимические и геохимические признаки дифференциации. 17. Расслоенные ультрабазит-базитовые массивы. Внутреннее строение, основные термины. Ритмическая расслоенность, механизмы и модели ее образования. 18. Методы моделирования процессов кристаллизационно-гравитационной дифференциации (<i>Komagmat, Pluton</i>). 19. Выяснение состава родоначального расплава и физико-химических условий становления расслоенных массивов. 20. Особенности строения многофазных гранитных массивов (граниты главной фазы – фазы дополнительных интрузий и заключительной фазы). 21. Понятие о гомодромности и полихронности. 22. Петрохимические и геохимические признаки дифференциации гранитных расплавов.</p> |
| 4 | <p>Фазовые отношения и фазовые диаграммы (диаграммы фазового состояния).</p>                                | <p>1. Эмпирический и термодинамический методы исследования фазовых отношений в магматических системах. 2. Классификация магматических систем по соотношениям фаз и компонентов. 3. Правило фаз Гиббса. 4. Назначение и принципы построения фазовых диаграмм. 5. Бинарные системы и фазовые диаграммы для случаев конгруэнтного плавления, фракционного плавления, фракционной кристаллизации в системах с твердыми растворами.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 5 | <p>Принципы классификации магматических пород. Генетическая систематика магматических горных пород.</p>     | <p>1. Условия залегания магматических горных пород. 2. Эффузивные и интрузивные породы. 3. Жильные или субвулканические породы. 4. Структуры и текстуры магматических пород. 5. Химический состав магматических пород. Роль химического состава в классификации магматических пород. 6. Способы пересчета химических составов магматических пород. 7. Методы обработки петрохимических данных. 8. Современная классификация магматических горных пород. 9. Магматические породы мантийного происхождения и их систематика. 10. Общие закономерности частичного плавления верхнемантийного субстрата. 11. Магматические породы корового</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

|   |                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |                                                                                                  | происхождения, их систематика. 12. Общие закономерности частичного плавления кварцево-палеовошпатового корового субстрата. 13. Продукты кристаллизации первичных коровых магм и геодинамические модели их формирования. 14. Гибридные магматические породы, образовавшиеся в результате смешения мантийных и коровых магм и (или) ассимиляции мантийными магмами корового материала, и наоборот, растворения мантийных пород в коровых магмах.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 6 | Петрологические модели формирования магматических серий в различных геодинамических обстановках. | 1.Магматизм океанических хребтов. 2. Магматизм внутриконтинентальных рифтовых зон. 3. Магматизм горячих точек и полей: океанические острова, траппы, А-граниты. 4. Перечислите типы мантийных источников (DM, EM-1, EM-II, HIMU, ДЮПАЛ-аномалии), их связь с изотопно-геохимическим составом базальтов. 5. Петрологические модели образования базальтовых расплавов MORB- и OIB-типов. 6. Магматизм зон перехода континент–океан: юные и зрелые островные дуги; задуговые бассейны; трансформные окраины; окраинно-континентальные вулcano-плутонические пояса; рифты тыловых частей активных континентальных окраин. 7. Индикаторные геохимические отношения в базальтах активно-континентальных окраин и их связь с процессами магомгенерации в зонах субдукции. 8. Назовите Аномалии Ti, Nb и Ta в магматических сериях активно-континентальных окраин и их интерпретация. 9. Роль пелагического компонента, а также MORB-компонента в магомгенерации при погружении океанской литосферы в зонах субдукции. 10. Происхождение высокоглиноземистых и высокомагнезиальных базальтовых расплавов активных континентальных окраин. 11. Проблемы генезиса андезитовых магм. 12.Петрологические модели формирования гранитоидных батолитов на активных континентальных окраинах. 13.Магматизм коллизионных зон. 14. Роль мантийных расплавов в коллизионном тектогенезе. |
| 7 | Взаимосвязь магматических, метаморфических и метасоматических процессов.                         | 1.Назовите метаморфические процессы в истории Земли. 2. Какие бывают формации? 3. Перечислите основные тенденции развития современной петрологии.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

***Критерии оценки результатов устного опроса:***

| № | Оценка     | Критерии оценка                                                                         |
|---|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | зачтено    | студент дал исчерпывающий ответ на вопрос, раскрыл тему в полном объеме                 |
| 3 | не зачтено | студент не раскрыл тему, если требуются дополнительные множественные уточняющие вопросы |

***Темы (примерные) рефератов:***

1. Номенклатура и состав ультраосновных пород.
2. Номенклатура и состав основных пород (плутонических) нормального и умеренно-щелочного рядов.
3. Номенклатура и состав базальтов.
4. Номенклатура и состав щелочных вулканических пород.
5. Номенклатура и состав щелочных плутонических пород.
6. Номенклатура и состав редкометалльных гранитов.
7. Понятие о редких когерентных и некогерентных элементах; коэффициенты распределения; различия в составе субстратов, магм и остаточных расплавов.
8. Основные факторы, определяющие петрохимический и редкоэлементный состав магм.

9. Модели, описывающие поведение редких элементов в процессах парциального плавления и фракционной кристаллизации.
10. Модели, описывающие влияние ассимиляции, смешения и эманационной дифференциации на петрохимический и редкоэлементный состав магматических пород.
11. Индикаторные отношения изотопов и редких элементов в магматических породах.
12. Петрографическая и изотопно-геохимическая характеристика базальтов океанических островов и поднятий (на примере Исландии, Гавайских и Коморских островов).
13. Маймеч-Котуйская магматическая провинция.
14. Классификация ультраосновных пород нормальной щелочности.
15. Системы Ab-SiO<sub>2</sub>, Di-An, Ab-An.

***Критерии оценки защиты реферата:***

— оценка “зачтено” выставляется при полном раскрытии темы, а также при последовательном, четком и логически стройном его изложении. Студент отвечает на дополнительные вопросы. Допускается наличие в содержании работы или ее оформлении небольших недочетов или недостатков в представлении результатов к защите;

— оценка “не зачтено” выставляется за слабое и неполное раскрытие темы, несамостоятельность изложения материала, выводы и предложения, носящие общий характер, отсутствие наглядного представления работы, затруднения при ответах на вопросы.

***Вопросы к защите лабораторных работ:***

| №  | Перечень лабораторных работ                                                                | Вопросы                                                                                                                                                                                                                 |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | Физико-химическая петрология.                                                              | Методы исследования. Виды давления в недрах Земли. Температурные градиенты и тепловой поток в литосфере. Основные причины петрохимической неоднородности строения мантии.                                               |
| 2. | Физические параметры магматических горных пород. Основные правила.                         | Правило Гиббса. Определите число степеней свободы и число фаз. Назовите фазы. Объясните, в результате изменения, каких интенсивных параметров происходит полиморфные превращения в данной системе вдоль заданной линии. |
| 3. | Физические и физико-химические характеристики магматических пород. Магматические формации. | Определить физико-химические характеристики магматических пород. Составить таблицу основных параметров, определяющих индивидуальность магматической формации (состав, строение, соотношение с окружающей средой).       |
| 4. | Фазовые диаграммы. Бинарные системы и их интерпретации.                                    | Основные типы и принципы построения петрологических диаграмм. Рассчитайте ход кристаллизации системы в указанных точках. Определите количество фаз, их количественные соотношения и составы.                            |
| 5. | Классификации пород на основе нормативных пересчетов CIPW.                                 | Используя метод расчета минерального состава породы на основе ее химического состава (CIPW), рассчитайте нормативный минеральный состав пород. Результаты запишите в таблицу.                                           |
| 6. | Определение геодинамических обстановок магматических комплексов.                           | Используя данные химических анализов базальтов и гранитоидов с помощью диаграмм определите геодинамические обстановки их формирования. Результаты по каждому типу диаграмм запишите в таблицу.                          |
| 7. | Взаимосвязь петрографических особенностей и физико-химических свойств пород.               | Определить петрографические особенности магматических, метаморфических, метасоматических пород. Установить взаимосвязь процессов.                                                                                       |

### ***Критерии оценки защиты лабораторной работы:***

— оценка “зачтено” выставляется студенту, если он правильно применяет теоретические положения курса при решении практических вопросов и задач лабораторных работ, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения;

— оценка “не зачтено” выставляется студенту, если он не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, затрудняется в объяснении реализации лабораторной работы или представлении алгоритма ее реализации, а также неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания или не справляется с ними самостоятельно

### **Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации (экзамен/зачет)**

#### ***Вопросы к зачету:***

1. Создание новой науки – физической химии. Ее основоположники. Цели, задачи, основные понятия петрологии и физической химии (дисперсная система, гетерогенность, обратимые и необратимые процессы и т.д.).
2. Классификация методов физической химии.
3. Теоретические методы физической химии.
4. Петрологические модели, позволяющие интерпретировать геофизические данные о строении ядра, нижней и верхней мантии Земли.
5. Изотопно-геохимические характеристики мантийных источников – базальтов (DM, EM-I, EM-II, HIMU, ДЮПАЛ-аномалии).
6. Природа границы Мохо: перидотитовая и эклогитовая модели.
7. Модель генерации базальтовых расплавов в срединноокеанических хребтах.
8. Происхождение S-гранитов.
9. Модель генерации базальтовых расплавов в зонах субдукции.
10. Состав и физическое состояние ядра Земли в соответствии с экспериментальными и геофизическими данными.
11. Изотопно-геохимические характеристики базальтов активных континентальных окраин: аномалии Ti, Nb и Ta; роль пелагического, терригенного и MORB-компонентов.
12. Понятие об литосферном и астеносферном слоях Земли, петрологические следствия.
13. Коматииты. Модель продвинутого плавления верхней мантии.
14. Океаническая кора и офиолиты.
15. Формальные классификации и генетические типы гранитов (S-, I-, H-, M-типы).
16. Эклогитовая, перидотитовая и пиролитовая модели верхней мантии.
17. Геодинамический контроль проявления гранитоидного магматизма.
18. Систематика магматических пород мантийного происхождения.
19. Тоналит-трондjemит-гранодиориты (TTG) в гранит-зеленокаменных поясах. Ликвация и ее петрологические признаки.
20. Происхождение кимберлитов и лампроитов.
21. Гранитоидные батолиты в различных геодинамических обстановках.
22. Причины и механизмы дифференциации расплавов. Эффект Сори.
23. Главные петрохимические серии с участием базальтов и критерии их диагностики.
24. Внутреннее строение и процессы дифференциации в силлах.
25. Магматизм траппов.
26. Типизация расслоенных массивов по характеру кумулюсных парагенезисов.
27. Магматизм океанических островов.
28. Габбро-анортозитовые массивы и граниты-рапакиви докембрийского возраста (особенности строения, состав, генезис).
29. Магматизм внутриконтинентальных рифтовых зон.

30. Внутреннее строение и процессы дифференциации в расслоенных массивах. Ритмичная и скрытая расслоенность.
31. Магматизм островных дуг и задуговых бассейнов.
32. Главные факторы, контролирующие выплавление базальтовых магм в зонах субдукции.
33. Равновесные и динамические модели выплавления базальтовых магм.
34. Механизмы концентрирования меди, никеля, ЭПГ в расслоенных ультрабазит-базитовых массивах.
35. Синтексис и флюидный синтексис.
36. Бониниты – геохимические черты, петрологическое значение и геодинамическое положение.
37. Понятие об анатексисе, синтексисе, флюидном синтексисе как главных механизмах формирования магматических колон с участием гранитов.
38. Магматизм окраинно-континентальных вулканических поясов и тыловых рифтовых зон (зоны субдукции).
39. Общие закономерности частичного плавления кварцевопалевошпатового корового субстрата (степень плавления в условиях «стандартного» температурного градиента в земной коре, проблема аномальных температурных градиентов в земной коре, связанных с плюм-тектоникой).
40. Редкометалльные граниты, онгониты и эльваны (особенности состава и генезис).
41. Гибридные магматические породы, образовавшиеся в результате смешения мантийных и коровых магм и (или) ассимиляции мантийными магмами корового материала, и наоборот, растворения мантийных пород в коровых магмах.
42. Гранитоидные батолиты в различных геодинамических обстановках. Надсубдукционные батолиты активных континентальных окраин Андского типа. Коллизионные и внутриплитные граниты.
43. Понятие о магматических формациях. Абстрактная и конкретная формации (формационный тип и магматический комплекс), их соотношение.
44. Продукты смешения мантийных и коровых магм (понятие о «миксинге» и «минглинге»). Минглинг-дайки как пример взаимодействия мантийных и коровых расплавов.
45. Основные типы петрохимических серий (толеитовых, известково-щелочных, субщелочных и щелочных) и диагностические признаки слагающих их пород.
46. Магматизм коллизионных зон. Роль мантийных расплавов в коллизионном тектогенезе. Магматизм, связанный с плюм-тектоникой.

### **Критерии оценивания результатов обучения**

#### ***Критерии оценивания по зачету:***

— оценка “зачтено” ставится, если студент строит свой ответ в соответствии с планом. В ответе представлены различные подходы к проблеме. Устанавливает содержательные межпредметные связи. Развернуто аргументирует выдвигаемые положения, приводит убедительные примеры, обнаруживает последовательность анализа. Выводы правильны. Речь грамотна, используется профессиональная лексика. Демонстрирует знание специальной литературы в рамках учебного методического комплекса и дополнительных источников информации.

— оценка “не зачтено” ставится, если ответ недостаточно логически выстроен, план ответа соблюдается непоследовательно. Студент обнаруживает слабость в развернутом раскрытии профессиональных понятий. Выдвигаемые положения декларируются, но недостаточно аргументируются. Ответ носит преимущественно теоретический характер, примеры отсутствуют.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

- при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;
- при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;
- при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

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

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

## **5. Перечень учебной литературы, информационных ресурсов и технологий**

### **5.1. Учебная литература**

1. Сазонов, А.М. Петрография магматических пород: учебное пособие / А.М. Сазонов; Министерство образования и науки Российской Федерации, Сибирский Федеральный университет. - Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2014. - 292 с. : ил., табл., схем. - Библиогр. в кн.. - ISBN 978-5-7638-2977-8; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=364584>

2. Соловьева, Лидия Павловна (КубГУ). Основы минералогии и петрологии (для неспециалистов) [Текст] : учебное пособие / Л. П. Соловьева, В. А. Соловьев ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Кубанский гос. ун-т. - Краснодар: [Кубанский государственный университет]: [Просвещение-Юг], 2012. - 140 с.: цв. ил. - Библиогр.: с. 137-138. - ISBN 9785934914661: 350.00. (44)

3. Хардигов, А.Э. Петрография и петрология магматических и метаморфических пород: учебник / А.Э. Хардигов, И.А. Холодная ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Южный федеральный университет», Геолого-географический факультет. - Ростов-н/Д: Издательство Южного федерального университета, 2011. - 324 с. - ISBN 978-5-9275-0882-2; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=241098>

### **5.2. Периодическая литература**

1. Инженерные изыскания. ISSN 1997-8650
2. Геориск ISSN: 1997-8669
3. Инженерно-строительный журнал М. ISSN 2017-4726. Электронная версия по адресу: <http://www.engstroy.spb.ru>
4. Вестник МГСУ ISSN 1997-0935
5. Вестник Московского университета. Серия 04. Геология. ISSN 0201-7385

6. Доклады Академии наук: Научный журнал РАН ISSN 0869-5652
7. Известия РАН. Серия геол. ISSN 0321-1703
8. Отечественная геология ISSN 0869-7175
9. Геология и геофизика ISSN 0016-7886

### **5.3. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

#### **Электронно-библиотечные системы (ЭБС):**

1. ЭБС «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>
2. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru)
3. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru>
4. ЭБС «ZNANIUM.COM» [www.znanium.com](http://www.znanium.com)
5. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>
6. [http:// www.rtgeolog.ru](http://www.rtgeolog.ru)
7. [www.pniiis.ru](http://www.pniiis.ru)
8. [www.georec.spb.ru](http://www.georec.spb.ru)
9. [www.spb.org.ru.ban](http://www.spb.org.ru.ban)
10. [www.ntl.ru](http://www.ntl.ru)
11. [www.lib.msu.ru](http://www.lib.msu.ru)
12. <http://rusbuildrealty.ru/books/arhitektura/100.html>
13. <http://dwg.ru/lib>
14. <http://www.aktualno.com.ua/ingenierne-soorugeniya>

#### **Профессиональные базы данных:**

1. Web of Science (WoS) <http://webofscience.com/>
2. Scopus <http://www.scopus.com/>
3. ScienceDirect [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)
4. Журналы издательства Wiley <https://onlinelibrary.wiley.com/>
5. Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>
6. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН <http://archive.neicon.ru>
7. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ) <https://rusneb.ru/>
8. Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина <https://www.prilib.ru/>
9. Электронная коллекция Оксфордского Российского Фонда <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kubanstate/home.action>
10. Springer Journals <https://link.springer.com/>
11. Nature Journals <https://www.nature.com/siteindex/index.html>
12. Springer Nature Protocols and Methods <https://experiments.springernature.com/sources/springer-protocols>
13. Springer Materials <http://materials.springer.com/>
14. zbMath <https://zbmath.org/>
15. Nano Database <https://nano.nature.com/>
16. Springer eBooks: <https://link.springer.com/>
17. "Лекториум ТВ" <http://www.lektorium.tv/>
18. Университетская информационная система РОССИЯ <http://uisrussia.msu.ru>

#### **Информационные справочные системы:**

1. Консультант Плюс - справочная правовая система (доступ по локальной сети с компьютеров библиотеки)

#### **Ресурсы свободного доступа:**

1. Американская патентная база данных <http://www.uspto.gov/patft/>
2. Полные тексты канадских диссертаций <http://www.nlc-bnc.ca/thesescanada/>
3. КиберЛенинка (<http://cyberleninka.ru/>);
4. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации <https://www.minobrnauki.gov.ru/>;
5. Федеральный портал "Российское образование" <http://www.edu.ru/>;
6. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru/>;
7. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru/> .
8. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (<http://fcior.edu.ru/>);
9. Служба тематических толковых словарей <http://www.glossary.ru/>;
10. Словари и энциклопедии <http://dic.academic.ru/>;
11. Образовательный портал "Учеба" <http://www.ucheba.com/>;
12. Законопроект "Об образовании в Российской Федерации". Вопросы и ответы [http://xn--273--84d1f.xn--p1ai/voprosy\\_i\\_otvety](http://xn--273--84d1f.xn--p1ai/voprosy_i_otvety)

#### **Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы КубГУ:**

1. Среда модульного динамического обучения <http://moodle.kubsu.ru>
2. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://mschool.kubsu.ru/>
3. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий [http://mschool.kubsu.ru/](http://mschool.kubsu.ru;);
4. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>
5. Электронные образовательные ресурсы кафедры информационных систем и технологий в образовании КубГУ и научно-методического журнала "ШКОЛЬНЫЕ ГОДЫ" <http://icdau.kubsu.ru/>

#### **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Теоретические знания по основным разделам курса «Физико-химическая петрология» студенты приобретают на лекциях и лабораторных занятиях, закрепляют и расширяют во время самостоятельной работы.

При реализации программы дисциплины «Физико-химическая петрология» используются различные образовательные технологии. Лекции проводятся с использованием презентаций.

Для закрепления знаний студентов по разделам курса «Физико-химическая петрология» проводятся лабораторные работы, которые более детально рассматривают основные физико-химических параметры и принципы расчетов, и их осуществление с использованием автоматизированных систем. Изучение каждой темы состоит из нескольких частей.

*Первая часть* – обсуждение теоретических вопросов – проводится в виде устной беседы со всей группой и включает выборочную проверку преподавателем теоретических знаний студента. Примерная продолжительность – 10 мин.

*Вторая часть* – знакомство с порядком выполнения анализа, расчетов и выполнение индивидуального расчетного задания используя методические указания.

*Третья часть* – защита предыдущей работы путем ответа на вопросы после полного его выполнения и соответствующего оформления. Примерная продолжительность – 10 мин.

Для углубления и закрепления теоретических знаний студентами рекомендуется выполнение определенного объема самостоятельной работы.

Внеаудиторная работа по дисциплине «Физико-химическая петрология» заключается в следующем:

- повторение лекционного материала и проработка учебного (теоретического) материала;
- подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к текущему контролю;

Видом текущей отчетности по контролируемой самостоятельной работе являются собеседования и написание и защита реферата с презентацией по пройденному теоретическому материалу и защита выполненных лабораторных работ.

Итоговый контроль по дисциплине «Физико-химическая петрология» осуществляется в виде зачета.

Зачет является заключительным этапом процесса формирования компетенции студента при изучении дисциплины или ее части и имеет целью проверку и оценку знаний по дисциплине. Зачет проводится по расписанию, в сроки, предусмотренные календарным графиком учебного процесса. Зачет принимается преподавателем, ведущим лекционные занятия. Зачеты проводятся в устной форме.

Для закрепления теоретического материала и выполнения контролируемых самостоятельных работ по дисциплине во вне учебное время студентам предоставляется возможность пользования библиотекой КубГУ, возможностями компьютерного класса.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультация) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

## **7. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)**

По всем видам учебной деятельности в рамках дисциплины используются аудитории, кабинеты и лаборатории, оснащенные необходимым специализированным и лабораторным оборудованием.

| Наименование специальных помещений                                                                                           | Оснащенность специальных помещений                                                                                                                         | Перечень лицензионного программного обеспечения |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа. Димитрова 200, ауд. 210, 212                                      | Мебель: учебная мебель<br>Технические средства обучения: экран, проектор, ноутбук                                                                          | Power point, Microsoft Office                   |
| Учебные аудитории для проведения лабораторных работ. Димитрова 200, ауд.302 Учебная лаборатория геологического моделирования | Мебель: учебная мебель<br>Технические средства обучения: экран, проектор, рабочие станции с установленным программным комплексом «Виртуальные лаборатории» | Power point, Microsoft Office                   |

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

| Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся                       | Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Перечень лицензионного программного обеспечения |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки) | Мебель: учебная мебель<br>Комплект специализированной мебели: компьютерные столы<br>Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi) | Power point, Microsoft Office                   |
| Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд. _205,209)                    | Мебель: учебная мебель<br>Комплект специализированной мебели: компьютерные столы<br>Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi) | Power point, Microsoft Office                   |