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
_____Хагуров Т.А.
подпись
«__» _____ 2019г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.ДВ.04.02 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) / специализация____
Гидрогеология и инженерная геология
(наименование направленности (профиля) специализации)

Программа подготовки _____академическая _____
(академическая /прикладная)

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

Квалификация (степень) выпускника _____бакалавр_____
(бакалавр, магистр, специалист)

Краснодар 2019

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)*

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 (разработчика) региональной и морской геологии
протокол № 8 «17» 04 2019 г.
И.о. заведующего кафедрой (разработчика) *Любимова Т.В.* — подпись

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры (выпускающей) региональной и морской геологии
протокол № 8 «17» 04 2019 г.
И.о. заведующего кафедрой (выпускающей) *Любимова Т.В.* — подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии ИГГТиС
протокол № 10 «27» 05 2019 г.
Председатель УМК ИГГТиС *Филобок А.А.* — фамилия, инициалы; подпись

Рецензенты:

Евсеева Т.И., заведующий лабораторией, АО «СевКаВТИСИЗ», д.б.н., доцент

Воронова О.Б., доцент кафедры аналитической химии КубГУ, к.х.н.

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.

В учебном курсе необходимо:

- 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 *вариативной* части Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана.

Дисциплина «Физико-химическая петрология» читается в 6-ом семестре. Изучение базируется на знаниях, полученных по дисциплинам «Математика», «Физика», «Химия», «Общая геология», «Минералогия с основами кристаллографии», «Петрография», «Геохимия», а также в ходе учебной практики по получению первичных профессиональных умений и навыков (практика по общей геологии) и др.

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 *общепрофессиональных (ОПК) и профессиональных* компетенций (*ПК)*

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	**уметь**	**владеть**
1.	ОПК-3	способностью использовать в профессиональной деятельности базовые знания математики и естественных наук	основные понятия физической химии, петрологии	ориентироваться в основных методах обработки, систематизации и петрологических и петрохимических данных	навыками качественного и количественного анализа физико-химических параметров
	ПК-1	способностью использовать знания в области геологии, геофизики, геохимии, гидрогеологии и	основные понятия о составе, строении, условиях залегания и	проводить характеристику физических и физико-химических параметров	навыками интерпретации результатов петрологических и петрохимичес

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	**уметь**	**владеть**
		инженерной геологии, геологии и геохимии горючих ископаемых, экологической геологии для решения научно-исследовательских задач (в соответствии с направленностью (профилем) подготовки)	классификации магматических горных пород; процессы, происходящие в магматических породах, особенности их формирования	магматических горных пород и анализировать петрологические модели формирования магматических серий в различных геодинамических обстановках	ких исследований; понятийно-терминологическим аппаратом в области физической химии и петрологии

2. Структура и содержание дисциплины.

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зач.ед. (72 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице

(для студентов ОФО).

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры (часы)			
			6			
Контактная работа, в том числе:						
Аудиторные занятия (всего):		**56**	**56**			
Занятия лекционного типа		28 (6*)	28(6*)	-	-	-
Лабораторные занятия		28	28	-	-	-
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)		-	-	-	-	-
Иная контактная работа:		**2,2**	**2,2**			
Контроль самостоятельной работы (КСР)		2	2			
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,2	0,2			
Самостоятельная работа, в том числе:		**13,8**	**13,8**			
Курсовая работа		-	-	-	-	-
Проработка учебного (теоретического) материала		1,8	1,8	-	-	-
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)		2	2	-	-	-
Подготовка к текущему контролю		10	10	-	-	-
Контроль:						
Подготовка к экзамену		-	-			
Общая трудоемкость	**час.**	**72**	**72**	**-**	**-**	**-**
	в том числе контактная работа	**58,2**	**58,2**			
	зач. ед	**2**	**2**			

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы дисциплины, изучаемые в 6 семестре

№	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	СРС
1	2	3	4	5	6	7
1.	Введение в физико-химическую петрологию.	5,9	4		-	1,9
2.	Общие сведения о магматических горных породах и магмах. Магматические формации**.**	10	4		4	2
3.	Процессы образования магматических горных пород. Особенности дифференциации магматических расплавов.	14	6(2*)		6	2
4.	Фазовые отношения и фазовые диаграммы (диаграммы фазового состояния).	12	4		6	2
5.	Принципы классификации магматических пород. Генетическая систематика магматических горных пород.	12	6(2*)		4	2
6.	Петрологические модели формирования магматических серий в различных геодинамических обстановках.	8	2(2*)		4	2
7.	Взаимосвязь магматических, метаморфических и метасоматических процессов.	7,9	2		4	1,9
	Итого по дисциплине:	69,8	**28**	-	**28**	**13,8**
	ИКР	0,2				
	КСР	2				
	Всего:	72				

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

2.3 Содержание разделов дисциплины:

2.3.1 Занятия лекционного типа.

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
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 пород как основные объекты петрологии докембрия. История становления и развития науки. Роль отечественных и 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 гранатсодержащего лерцолита. Природа границы Мохо: перидотитовая и эклогитовая модели. Краткая характеристика строения океанической и континентальной литосферы и их отражение в моделях магмогенеза.	*УО*
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	*УО*

		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.	
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 гибридизации. 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, контамитация, магматическое замещение. Автометасоматоз. Образование зональных по составу магматических тел в результате оседания кристаллов. Кумулаты и субсолидусные структуры. Дифференциация базитового расплава в силлах: строение дифференцированных силлов. Механизмы дифференциации. Петрохимические и геохимические признаки дифференциации. Расслоенные ультрабазит-базитовые массивы. Внутреннее строение, основные термины. Ритмическая расслоенность, механизмы и модели ее образования. Расслоенные ультрабазит-базитовые массивы различных геодинамических обстановок.	*УО*

		Расслоенные массивы древних кратонов: Бушвельд, Стиллуотер и др. Полосчатый комплекс офиолитов как пример расслоенных габброидов. Островодужные расслоенные габброиды и габброидные комплексы коллизионных геодинамиче-ских обстановок. Проблема анортозитов в ультрабазит-базитовых ассоциациях. Методы моделирования процессов кристаллизационно-гравитационной дифференциации (*Komagmat, Pluton*). Выяснение состава родоначального расплава и физико-химических условий становления расслоенных массивов. Рудоносность расслоенных ультрабазит-базитовых ассоциаций. 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. Гранитоидные батолиты различных геодинамических обстановок. Особенности строения, механизмы и модели образования. Рудоносность гранитоидных ассоциаций. Редкометалльные граниты, онгониты и эльваны.	
4.	Фазовые отношения и фазовые диаграммы (диаграммы фазового состояния).	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.	*УО*
5.	Принципы классификации магматических пород. Генетическая систематика магматических горных пород.	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. -Магматические породы мантийного происхождения и их систематика.	*УО*

		а) Общие закономерности частичного плавления верхнемантийного субстрата (P-T-граничные условия вмещающей среды, аномальные P-T градиенты и их интерпретация с позиции плюмтектоники, степень плавления и его влияние на состав первичных мантийных магм, равновесная и динамическая модели магмообразования). б) Тектонические блоки пород верхней мантии. в) Включения мантийного вещества (глубинные ксенолиты) в щелочных базальтах и кимберлитах. г) Продукты кристаллизации первичных мантийных магм и геодинамические модели их формирования. ● 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). ● Происхождение коматиитов. ● Происхождение меймечитов и щелочных пикритов. ● Происхождение марианитов и бонинитов. ● Происхождение алмазоносных кимберлитов и лампроитов. -Магматические породы корового происхождения, их систематика. 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). б) Продукты кристаллизации первичных коровых магм и геоди-намические модели их формирования. ● Происхождение первичных коровых гранитоидов («серых гнейсов»). ● Происхождение автохтонных и парааутохтонных гранитов и гранитоидов зон ультраметаморфизма. ● Происхождение пересыщенных глиноземом (высокоглиноземистых) гранитов и их вулканических аналогов – продуктов плавления метаосадочного корового субстрата (S-граниты). ● Происхождение насыщенных глиноземом (умеренноглиноземистых) гранитов и их вулканических аналогов – продуктов плавления	

		магматогенного корового субстрата (I-граниты). ● Происхождение недосыщенных глиноземом (низкоглиноземистых) гранитов и их вулканических аналогов – продуктов плавления метасоматически преобразованного корового субстрата (A- граниты). 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. ● Продукты смешения первичных мантийных магм и их дифференциатов в промежуточных камерах. ● Продукты контаминации мантийных пикритовых и базальтовых магм сиалическими горными породами корового происхождения. ● Продукты контаминации кислых коровых магм более основными горными породами. ● Продукты смешения мантийных и коровых магм (понятие о «миксинге» и «минглинге»). Минглинг-дайки как пример взаимодействия мантийных и коровых расплавов. ● Другие петрологические модели формирования изверженных горных пород среднего состава.	
6.	Петрологические модели формирования магматических серий в различных геодинамических обстановках.	Магматизм океанических хребтов. Магматизм внутриконтинентальных рифтовых зон. Магматизм горячих точек и полей: океанические острова, траппы, A-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 вулкано-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	*УО*

		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.	*УО*

Форма текущего контроля — устный опрос (УО)

2.3.2 Занятия семинарского типа.

Семинарские занятия - не предусмотрены

2.3.3 Лабораторные занятия.

№	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	3	4
1.	Физические параметры магматических горных пород. Основные правила.	Защита лабораторной работы
2.	Физические и физико-химические характеристики магматических пород. Магматические формации.	Защита лабораторной работы
3.	Фазовые диаграммы. Бинарные системы и их интерпретации.	Защита лабораторной работы
4.	Классификации пород на основе нормативных пересчетов CIPW.	Защита лабораторной работы
5.	Определение геодинамических обстановок магматических комплексов.	Защита лабораторной работы
6.	Взаимосвязь петрографических особенностей и физико-химических свойств пород.	Защита лабораторной работы

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

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы (проекты) - 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	2	3
1	Подготовка к аудиторным занятиям	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	СРС	Наличие материалов для самоконтроля Вопросы к зачету
3	Написание реферата	Наличие рекомендуемых тем рефератов по дисциплине

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 форме электронного документа,

Для лиц с нарушениями слуха:

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа,

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии.

При реализации учебной работы по дисциплине «Физико-химическая петрология» используются проблемные лекции, лекции с разбором конкретной ситуации. В сочетании с внеаудиторной работой в активной форме выполняется также обсуждение контролируемой самостоятельной работы (КСР).

В процессе проведения лекционных занятий и лабораторных работ практикуется широкое использование современных технических средств (проекторы, интерактивные доски, Интернет). С использованием Интернета осуществляется доступ к базам данных, информационным справочным и поисковым системам.

Всего интерактивных лекций 6 часов.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

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

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля.

Текущий контроль успеваемости представляет собой проверку усвоения учебного материала, регулярно осуществляемую на протяжении семестра. Текущая аттестация лекционных занятий проводится в виде устного опроса в ходе лекции, реферата с презентацией, лабораторных работ – путем опроса в начале или конце занятий. Текущий

контроль за самостоятельным изучением рекомендованных разделов дисциплины выполняется проверкой конспектов, опросом студента в часы консультаций.

Цель текущего контроля – выработать у студента необходимость систематической работы по усвоению материала.

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 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.
3	Процессы образования магматических горных пород. Особенности дифференциации магматических расплавов.	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 (*Komagmat, Pluton*). 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.
4	Фазовые отношения и фазовые диаграммы (диаграммы фазового состояния).	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.
5	Принципы классификации магматических пород. Генетическая систематика магматических горных пород.	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 происхождения, их систематика. 12. Общие закономерности частичного плавления кварцево-палевошпатового 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 вулкано-плутонические пояса; рифты тыловых частей активных континентальных окраин. 7. Индикаторные геохимические отношения в базальтах активно-континентальных окраин и их связь с процессами магмогенерации 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 магмогенерации 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.

3. Защита лабораторных работ:

№	Перечень лабораторных работ	Вопросы
1	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.
2	Физические и физико-химические характеристики магматических пород.	Определить физико-химические характеристики магматических пород. Составить таблицу основных параметров, определяющих индивидуальность

	Магматические формации.	магматической формации (состав, строение, соотношение с окружающей средой).
3	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.
4	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.
5	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.
6	Взаимосвязь петрографических особенностей и физико-химических свойств пород.	Определить петрографические особенности магматических, метаморфических, метасоматических пород. Установить взаимосвязь процессов.

Критерии оценки:

№	Оценка	Критерии оценка
1	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
3	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

Видом текущей отчетности по контролируемой самостоятельной работе являются собеседования и консультации с преподавателем по темам индивидуальных заданий.

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

Форма промежуточной аттестации проводится в виде зачета в 6 семестре, который служит проверкой успешности выполнения студентами лабораторных работ и усвоения учебного материала лекционных занятий.

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-трондьемит-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 кумулусных 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.

Студенты обязаны сдать зачет в соответствии с расписанием и учебным планом. Зачет является формой контроля усвоения студентом учебной программы. Результат сдачи зачета по прослушанному курсу должны оцениваться как итог деятельности студента в семестре, а именно - по посещаемости лекций, результатам работы на лабораторных занятиях, выполнения самостоятельной работы. При этом допускается на очной форме обучения пропуск не более 20% занятий, с обязательной отработкой пропущенных занятий. Студенты, у которых количество пропусков, превышает установленную норму, не выполнившие все виды работ и неудовлетворительно работавшие в течение семестра, проходят собеседование с преподавателем, который опрашивает студента на предмет выявления знания основных положений дисциплины.

Критерии оценки (получения студентами зачетов):

- 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 зачете;

– 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 основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля).

5.1 Основная литература:

1. Инженерно-геологические условия Черноморского побережья Северо-Западного Кавказа (на участке пос. Пшада - пос. Архипо-Осиповка) [Текст] / Т. В. Любимова, Н. А. Бондаренко, Т. Н. Куропаткина, М. А. Кириченко. - Краснодар : Просвещение-Юг, 2009. - 119 с. : ил. - Библиогр. : с. 114-119. - ISBN 9785934912957 : 200 р. (6)

2. Ананьев, Всеволод Петрович. Инженерная геология [Текст] : учебник для студентов вузов / В. П. Ананьев, А. Д. Потапов. - Изд. 6-е, стер. - М. : Высшая школа, 2009. - 575 с. : ил. - Библиогр.: с. 572-573. - ISBN 9785060061512 : 669 р. (25)

3. 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)

4. Гальперин, А. М., Геология [Электронный ресурс] : учебник для вузов. Ч. IV : Инженерная геология / А. М. Гальперин, В. С. Зайцев. - М. : Горная книга, 2011. - 559 с. - https://e.lanbook.com/book/1497#authors. (0+e)

5. 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 (0+e)

6. Хардиков, А.Э. Петрография и петрология магматических и метаморфических пород: учебник / А.Э. Хардиков, 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 (0+e)

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечных системах «Лань» и «Юрайт».

5.2 Дополнительная литература:

1. Маракушев, Алексей Александрович. Метаморфическая петрология [Текст] : учебник для студентов вузов / А. А. Маракушев, А. В. Бобров ; Моск. гос. ун-т им. М. В.

Ломоносова. - М.: Изд-во Московского университета : Наука, 2005. - 256 с. : ил. - (Классический университетский учебник). - Библиогр. : с. 250. - ISBN 5211050207. - ISBN 5020353086. (27)

2. Шурыгина, Л.И. Основы теории физико-химических процессов в гетерогенных системах: учебное пособие / Л.И. Шурыгина, Э.П. Суровой, Л.Н. Бугерко ; Министерство образования и науки РФ, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Кемеровский государственный университет». - Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2015. - 104 с. : схем., табл., ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-8353-1824-7 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=437488

4. Еремин, Вадим Владимирович. Основы общей и физической химии [Текст]: учебное пособие для студентов вузов / В. В. Еремин, А. Я. Борщевский. - Долгопрудный: Интеллект, 2012. - 847 с. - ISBN 9785915590921 : 1501.50. (47)

5. Харитонов, Юрий Яковлевич. Физическая химия [Текст]: учебник для студентов учреждений высшего профессионального образования, обучающихся по специальности 060301.65 "Фармация" по дисциплине "Физическая и коллоидная химия" / Ю. Я. Харитонов. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2013. - 608 с. - Библиогр.: с. 602. - ISBN 9785970423905 : 550.00. (1)

6. Юдович, Я.Э. Минеральные индикаторы литогенеза : монография / Я.Э. Юдович, М.П. Кетрис. - 2-е изд., стер. - Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2015. - 564 с. : ил., схем., табл. - Библиогр.: с. 492-551. - ISBN 978-5-4475-5843-7; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=434654(22.01.2018).

7. Физическая химия: учебное пособие / Г.В. Булидорова, Ю.Г. Галяметдинов, Х.М. Ярошевская, В.П. Барабанов; Министерство образования и науки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Казанский национальный исследовательский технологический университет. - Казань: Издательство КНИТУ, 2012. - 396 с. : ил., табл. - ISBN 978-5-7882-1367-5; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258360

6. Хмельницкий, Рюрик Аркадьевич. Физическая и коллоидная химия [Текст] : учебник для студентов / Р. А. Хмельницкий. - 2-е изд., стер., перепеч. с 1-го изд. 1988 г. - М.: Издательский дом Альянс, 2009. - 400 с.: ил. - Библиогр.: с. 379. - ISBN 9785903034772 : 621.00. (15)

5.3. Периодические издания:

Вестник Московского университета. Серия 04. Геология. ISSN 0201-7385
Доклады Академии наук: Научный журнал РАН ISSN 0869-5652
Известия РАН. Серия геол. ISSN 0321-1703
Отечественная геология ISSN 0869-7175
Геология и геофизика ISSN 0016-7886
Геотектоника ISSN 0016-853X

6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля).

www.eearth.ru
www.sciencedirect.com
www.geobase.ca
www.krelib.com
www.elementy.ru/geo/
www.geolib.ru
www.geozvt.ru

www.geol.msu.ru

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).

Первый структурный уровень получаемой информации – основной, это теоретические, методические и методологические положения каждого рассматриваемого в лекционном курсе раздела.

Второй уровень – дополнительный. Эта информация, рассматриваемая на лабораторных занятиях, помогающая студенту более глубоко проработать основной материал, расширить те или иные представления.

Третий уровень – справочная информация, включающая петрографическую коллекцию, картографические материалы и списки научной и учебной литературы по курсу.

Освоение курса следует начинать по разделам с первого уровня, и периодически по мере необходимости обращаясь к справочным данным. На следующем этапе следует расширять прорабатываемый материал, используя информацию второго уровня.

Лекционные занятия по дисциплине «Физико-химическая петрология» представляют собой обзор по основным разделам программы. Демонстрационный курс лекций на CD, подготовленный в PowerPoint в виде презентаций; предназначен для показа в виде слайд-шоу с соответствующими комментариями преподавателя-лектора через мультимедийный проектор аудиторно или может использоваться студентом индивидуально на персональном компьютере.

Исходным материалом для лабораторных работ служат петрографическая коллекция, картографические материалы, различные информационные ресурсы.

Самостоятельная работа по дисциплине «Физико-химическая петрология» представляет собой совокупность аудиторных и внеаудиторных занятий и работ, обеспечивающих успешное освоение образовательной программы. Самостоятельная работа при подготовке к аудиторным занятиям включает подготовку к лекции, написание реферата с презентацией, к лабораторным занятиям, проработку ответов на вопросы к каждому разделу учебного курса и зачету. К формам внеаудиторной самостоятельной работы относится: подготовка к аудиторным занятиям.

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.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю).

8.1 Перечень информационных технологий.

– Проверка домашних заданий и консультирование посредством электронной почты.

– Использование электронных презентаций при проведении лекционных и лабораторных занятий.

8.2 Перечень необходимого программного обеспечения.

При освоении курса “Физико-химическая петрология” используются лицензионные программы общего назначения, такие как Microsoft Windows , пакет Microsoft Office Professional (Word, PowerPoint), программы демонстрации видео материалов (Windows

Media Player), программы для демонстрации и создания презентаций (Microsoft Power Point).

8.3 Перечень информационных справочных систем:

1. ЭБС Издательства «Лань» http://e.lanbook.com/ ООО Издательство «Лань»
2. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» www.biblioclub.ru ООО «Директ-Медиа»
3. ЭБС «Юрайт» http://www.biblio-online.ru ООО Электронное издательство «Юрайт»
4. ЭБС «BOOK.ru» https://www.book.ru ООО «КноРус медиа»
5. ЭБС «ZNANIUM.COM» www.znanium.com ООО «ЗНАНИУМ»

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Лекционная аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (ПО)
2.	Лабораторные занятия	Лаборатория, укомплектованная презентационной техникой (проектор, экран, ноутбук), поляризационными микроскопами, петрографической коллекцией
3.	Групповые (индивидуальные) консультации	Аудитория для проведения групповых (индивидуальных) консультаций
4.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория для проведения текущего контроля, аудитория для проведения промежуточной аттестации
5.	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, картографическими материалами