



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФГБОУ ВО «ИГУ»
Кафедра полезных ископаемых



УТВЕРЖДАЮ

Декан геологического факультета

С.П. Примина С.П. Примина

28 марта 2021 г.

Рабочая программа дисциплины

Наименование дисциплины ЭЛК.ДВ.02.02 Моделирование геохимических процессов

Направление подготовки 05.03.01 Геология

Профиль подготовки Геология, разработка месторождений нефти и газа

Квалификация выпускника - бакалавр

Форма обучения очная

Согласовано с УМК геологического факультета

Рекомендовано кафедрой:

Протокол № 7 от «25» марта 2021 г.

Протокол № 8
От «16» марта 2021 г.

Председатель
Летникова А.Ф.

Летникова А.Ф.

Зав. кафедрой

Сасим С.А.

Сасим С.А.

Иркутск 2021 г.

Содержание

	стр.
I. Цели и задачи дисциплины (модуля)	3
II. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП.	3
III. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)	3
IV. Содержание и структура дисциплины (модуля)	5
4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов	5
4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	7
4.3 Содержание учебного материала	9
4.3.1 Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ	10
4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение в рамках самостоятельной работы студентов	11
4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов	12
4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)	12
V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	12
а) перечень литературы	12
б) дополнительная литература	12
в) список авторских методических разработок	13
г) базы данных, поисково-справочные и информационные системы	13
VI. Материально-техническое обеспечение дисциплины	14
6.1. Учебно-лабораторное оборудование:	14
6.2. Программное обеспечение:	14
6.3. Технические и электронные средства обучения:	14
VII. Образовательные технологии	15
VIII. Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации	16

I. Цели и задачи дисциплины:

Цели:

Освоение студентами основ химической термодинамики и овладение методами физико-химического моделирования геохимических процессов.

Задачи:

- ознакомление студентов с основами термодинамики для решения физико-химических проблем в геохимии;
- обучение представлению моделей геохимических процессов в терминах термодинамики, а также методам обработки экспериментальных данных;
- анализ геологической информации, интерпретация результатов и формулировка выводов.

II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОПВО

2.1. Учебная дисциплина ЭЛК.ДВ.02.02 Моделирование геохимических процессов относится к части элективных дисциплин.

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами: «Химия», «Общая геология», «Физическая химия».

2.3. Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной: «Геохимия», «Методы поисков месторождений нефти и газа».

III. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОПВО по данному направлению подготовки 05.03.01 Геология:

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
<i>ПК-2</i> <i>Способен подготавливать геологические данные для дальнейшей научно-производственной обработки информации</i>	<i>ИДК_{ПК2.1};</i> <i>Понимает содержание и назначение получаемых геологических материалов для постановки и решения научно-производственных задач</i>	Знать: принципы постановки и проведения петрографических, петрологических и металлогенических исследований; Уметь: выбирать необходимые методы компьютерного моделирования, исходя из конкретных задач геологических исследований; Владеть: информацией о современных методах изучения геохимических систем.
	<i>ИДК_{ПК2.2}</i> <i>Осуществляет анализ и систематизацию геологических материалов для решения научно-производственных задач</i>	Знать: - принципы и современные методы анализа и математической обработки петрологического и петрохимического материала с применением компьютерного

		<p>моделирования.</p> <p>Уметь представлять итоги выполненной работы в виде отчётов, рефератов, статей, оформленных соответствующим образом.</p> <p>- обрабатывать полученные результаты, анализировать и осмысливать их с учётом имеющихся литературных данных;</p> <p>Владеть: навыками обработки информации при помощи ПК</p>
<p>ПК-6</p> <p>Способен принимать участие в сопровождении прикладных научных исследований</p>	<p>ИДК_{ПК6.1}</p> <p>Видит возможность проведения прикладных научных исследований при осуществлении разных этапов производственных работ на месторождении нефти и газа</p>	<p>Знать: Методы прогнозирования и поисков полезных ископаемых</p> <p>Уметь: формулировать цели и задачи исследования для решения производственных задач;</p> <p>Владеть: методами моделирования структуры аномальных геохимических полей</p>
	<p>ИДК_{ПК6.2}</p> <p>Принимает участие в определенных видах прикладных научных исследований в области профессиональной деятельности</p>	<p>Знать: Передовые технологии поисков и разведки твердых полезных ископаемых</p> <p>Уметь: Моделировать структуру геохимического поля</p> <p>Владеть: методами математического и физико-химического моделирования геологических объектов</p>

IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

**Объем дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часа,
в том числе 0,2 зачетные единицы, 8 часов на зачет**

Из них реализуется с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий 32 часа

Из них 4 часа – практическая подготовка

Форма промежуточной аттестации: зачет

4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов

№ п/п	Раздел дисциплины/темы	Семестр	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, практическую подготовку и трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости; Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
					Контактная работа преподавателя с обучающимися				
					Лекции	Семинарские /практические /лабораторные занятия	Консультации		
1	Введение. Цели, задачи дисциплины. Практическое применение методов моделирования в геологии.		8		2	2		4	Устный опрос
2	2. Статистические методы в геологии. 2.1. Кластерный и факторный анализ. 2.2. Применение и построение различных типов диаграмм в геологии.	5	14		2	6		6	Устный опрос
3	3. Основные понятия термодинамики. 3.1. Основные законы термодинамики. 3.2. Термодинамические потенциалы. 3.3. Минимизация энергии Гиббса. 3.4. Фазовые	5	13		2	4		7	Устный опрос

№ п/п	Раздел дисциплины/темы	Семестр	Всего часов	из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, практическую подготовку и трудоемкость (в часах)			Формы текущего контроля успеваемости; Форма промежуточной аттестации (по семестрам)	
					Контактная работа преподавателя с обучающимися	Самостоятельная работа			
	диаграммы								
4	4. Подготовка исходных данных для моделирования. 4.1. Единицы измерения. 4.2. Минеральный и химический состав геологических объектов	5	12		2	4		6	Устный опрос
5	5. Моделирование магматических процессов минералообразования. 5.1. Принципы классификации горных пород. 5.2. Геохимические особенности магматических пород. 5.3. CIPW-анализ: пересчет химического состава в минеральный		18	2	4	6		6	Устный опрос
6	6. Моделирование процесса осадконакопления. 6.1. Геохимические особенности осадочных пород 6.2. Петрохимические модули 6.3. Использование генетических диаграмм		16	2	2	6		6	Устный опрос
7	7. Моделирование метасоматических процессов		12,5		2	4	0,5	6	Устный опрос
8	8. Моделирование техногенных систем		12,5		2	4	0,5	2	Устный опрос
Итого часов			102	4	18	36	1	43	

План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
5	Цели, задачи дисциплины. Практическое применение методов моделирования в геологии.	Работа с литературными источниками	в течении семестра	4	Устный опрос	Указано в разделе V настоящей программы
	1. Понятие о моделировании и моделях в геологии. 1.1. История развития методов моделирования. 1.2. Программный комплекс Селектор	Работа с литературными источниками	в течении семестра	6	Устный опрос	Указано в разделе V настоящей программы
	2. Статистические методы в геологии. 2.1. Кластерный и факторный анализ. 2.2. Применение и построение различных типов диаграмм в геологии.	Работа с литературными источниками	в течении семестра	7	Устный опрос	Указано в разделе V настоящей программы
	3. Основные понятия термодинамики. 3.1. Основные законы термодинамики. 3.2. Термодинамические потенциалы. 3.3. Минимизация энергии Гиббса. 3.4. Фазовые диаграммы	Работа с литературными источниками	в течении семестра	6	Устный опрос	Указано в разделе V настоящей программы
	4. Подготовка исходных данных для моделирования. 4.1. Единицы измерения. 4.2. Минеральный и химический состав геологических объектов	Работа с литературными источниками	в течении семестра	6	Устный опрос	Указано в разделе V настоящей программы

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
	5. Моделирование магматических процессов минералообразования. 5.1. Принципы классификации горных пород. 5.2. Геохимические особенности магматических пород. 5.3. CIPW-анализ: пересчет химического состава в минеральный	Работа с литературными источниками	в течении семестра	6	Устный опрос	Указано в разделе V настоящей программы
	6. Моделирование процесса осадконакопления. 6.1. Геохимические особенности осадочных пород 6.2. Петрохимические модули 6.3. Использование генетических диаграмм	Работа с литературными источниками	в течении семестра	6	Устный опрос	Указано в разделе V настоящей программы
	7. Моделирование метасоматических процессов	Работа с литературными источниками	в течении семестра	6	Устный опрос	Указано в разделе V настоящей программы
5	8. Моделирование техногенных систем	Работа с литературными источниками	в течении семестра	2	Устный опрос	Указано в разделе V настоящей программы
Общая трудоемкость самостоятельной работы по дисциплине (час)				43		
Из них объем самостоятельной работы с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (час)				20		

Содержание учебного материала

Введение. Цели, задачи дисциплины. Практическое применение методов моделирования в геологии. Роль и значение математических методов в повышении эффективности геологоразведочных работ.

1. Понятие о моделировании и моделях в геологии. Необходимость использования многомерных моделей при изучении геологических объектов и явлений. Виды и типы моделей. Принципы и методы геолого-математического моделирования.

1.1. История развития методов моделирования. Использование математических методов для обработки геологических данных в 19 - 20 в.в. Современное состояние и проблемы математической геологии.

1.2. Программный комплекс Селектор. Основные этапы развития методов физико-химического моделирования (историческая справка). Методические и теоретические вопросы, связанные с использованием ЭВМ в физико-химическом моделировании в геохимии. Минимизация энергии Гиббса (сравнительное описание существующих программ) Понятие открытых и закрытых систем по Д.С. Коржинскому. Принцип стабильного, метастабильного, частичного равновесия, расчет необратимой эволюции геохимических систем. Обратные физико-химические задачи. Особенности применения программного комплекса «Селектор» к моделированию геолого-геохимических процессов.

2. Статистические методы в геологии. Понятие о достоверном, невозможном и случайном событиях. Частота, частость, вероятность появления события. Закон распределения случайной величины и способы его задания. Графическое изображение вероятности события попадания случайной величины в заданный интервал ее значений. Параметры распределения случайной величины: математическое ожидание, мода, медиана, дисперсия, стандарт, коэффициент вариации, коэффициенты асимметрии и эксцесса. Возможные формы кривых распределения случайной величины. Некоторые теоретические законы распределения: нормальный, логнормальный, биномиальный, Пуассона; области их использования в геологической практике. Понятие о стандартном нормальном распределении. Кривая Гаусса.

2.1. Кластерный и факторный анализ. Корреляционные зависимости между двумя случайными величинами. Способы выявления и исследования корреляционных связей. Облако точек, эмпирические линии регрессии. Линейные и нелинейные уравнения регрессии.

2.2. Применение и построение различных типов диаграмм в геологии. Бинарные диаграммы. Тройные диаграммы.

3. Основные понятия термодинамики. Предмет термодинамики. Общие замечания и основные определения. Обратимые и необратимые процессы. Объекты и методы исследования. Уравнения состояния. Математические соотношения, связывающие параметры состояния. Энергия. Внутренняя энергия. Теплота и работа.

3.1. Основные законы термодинамики. Первое начало термодинамики. Применение первого начала термодинамики к химическим реакциям. Термохимия. Энтальпия образования и энтальпия сгорания. Второе начало термодинамики.

3.2. Термодинамические потенциалы. Стандартные термодинамические функции: энтальпия, энтропия и изобарно-изотермический потенциал

3.3. Минимизация энергии Гиббса.

3.4. Фазовые диаграммы. Фазовые превращения. Правило фаз Гиббса. Стабильность фаз.

4. Подготовка исходных данных для моделирования. Способы расчёта, согласования и обработки термодинамической информации. В геохимических и петрологических исследованиях часто возникает необходимость расчета неизвестных значений свободной энергии образования Гиббса соединений по их известным содержаниям в системе.

4.1. Единицы измерения. Граммы, весовые проценты, массовые проценты, ppm, моли. Основные источники некорректности исходных данных.

4.2. Минеральный и химический состав геологических объектов. Виды и способы записи. Приведение анализов к единообразной записи.

5. Моделирование магматических процессов минералообразования. Теоретические основы расчета физико-химических равновесий в сложных многофазных гетерогенных системах.

5.1. Принципы классификации горных пород. Взаимосвязь между химическим составом, физическими свойствами и условиями образования магм.

5.2. Геохимические особенности магматических пород. Коэффициенты разделения. Вариационные диаграммы. Геотермометры и геобарометры.

5.3. CIPW-анализ: пересчет химического состава в минеральный

6. Моделирование процесса осадконакопления.

6.1. Геохимические особенности осадочных пород. Обстановки выветривания. Диагенез. Элементные фациальные индикаторы.

6.2. Петрохимические модули. Гидролизатный модуль. Алюмокремниевый модуль. Фемический модуль. Титановый модуль. Индекс химического выветривания.

6.3. Использование генетических диаграмм. Тройная диаграмма А.Б. Ронова для глинистых отложений. Классификационная диаграмма для песчаников Ф. Петтиджона. Генетическая диаграмма диагностики фаций.

7. Моделирование метасоматических процессов. Особенности метасоматических процессов. Образование нефрита.

8. Моделирование техногенных систем. Двухрезервуарная модель растворения кварца.

4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/п	№ раздела и темы дисциплины	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (час.)		Оценочные средства	Формируемые компетенции* (индикаторы)
			Всего часов	практическая подготовка		
1	2	3	4	5	6	7
1	введение	Знакомство с программами, предназначенными для моделирования, на примере ПК Селектор. Работа с базами данных.	2		устный опрос, зачет задания	ПК-2 ИДК _{ПК2.1} ИДК _{ПК2.2} ПК-6 ИДК _{ПК6.1} ИДК _{ПК6.2}
2	1	Программный комплекс Селектор. Моделирование дождевой воды.	2		устный опрос, зачет задания	ПК-2 ИДК _{ПК2.1} ИДК _{ПК2.2} ПК-6 ИДК _{ПК6.1} ИДК _{ПК6.2}
3	2	Использование статистических методов для обработки геологических данных.	4		устный опрос, зачет задания	ПК-2 ИДК _{ПК2.1} ИДК _{ПК2.2} ПК-6 ИДК _{ПК6.1} ИДК _{ПК6.2}
4	2	Построение разных типов диаграмм в геологии	2		устный опрос, зачет задания	ПК-2 ИДК _{ПК2.1} ИДК _{ПК2.2} ПК-6 ИДК _{ПК6.1}

						ИДК _{ПК6.2}
5	3	Интерпретация диаграмм плавления	4		устный опрос, зачет задания	ПК-2 ИДК _{ПК2.1} ИДК _{ПК2.2} ПК-6 ИДК _{ПК6.1} ИДК _{ПК6.2}
6	4	Обработка данных химического состава. Пересчет данных химического анализа в мольные количества.	4		устный опрос, зачет задания	ПК-2 ИДК _{ПК2.1} ИДК _{ПК2.2} ПК-6 ИДК _{ПК6.1} ИДК _{ПК6.2}
7	5	Интерпретация вещественного состава магматических горных пород. Построение классификационных диаграмм.	4		устный опрос, зачет задания	ПК-2 ИДК _{ПК2.1} ИДК _{ПК2.2} ПК-6 ИДК _{ПК6.1} ИДК _{ПК6.2}
8	5	Пересчет химического состава на нормативные минералы по методу CIPW	2	2	устный опрос, зачет задания	ПК-2 ИДК _{ПК2.1} ИДК _{ПК2.2} ПК-6 ИДК _{ПК6.1} ИДК _{ПК6.2}
9	6	Интерпретация составов осадочных пород. Расчет основных петрохимических генетических модулей. Расчет индекса химического выветривания (CIA)	4	2	устный опрос, зачет задания	ПК-2 ИДК _{ПК2.1} ИДК _{ПК2.2} ПК-6 ИДК _{ПК6.1} ИДК _{ПК6.2}
10	6	Расчет кристаллохимических формул породообразующих минералов	2		устный опрос, зачет задания	ПК-2 ИДК _{ПК2.1} ИДК _{ПК2.2} ПК-6 ИДК _{ПК6.1} ИДК _{ПК6.2}
11	7.	Моделирование процесса нефритообразования.	4		устный опрос, зачет задания	ПК-2 ИДК _{ПК2.1} ИДК _{ПК2.2} ПК-6 ИДК _{ПК6.1} ИДК _{ПК6.2}
12	8.	Моделирование растворения кварца в автоклаве.	4		устный опрос, зачет задания	ПК-2 ИДК _{ПК2.1} ИДК _{ПК2.2} ПК-6 ИДК _{ПК6.1} ИДК _{ПК6.2}

4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы (СРС)

№ пп/п	Тема	Задание	Формируемая компетенция	ИДК
1	Многомерный корреляционный анализ. Множественная регрессия. Корреляционная матрица. (основа метода, принципы расчета, область	Конспект, реферат	ПК-2 ПК-6	ИДК _{ПК2.1} ИДК _{ПК2.2} ИДК _{ПК6.1} ИДК _{ПК6.2}

	применения в геологии, примеры использования)			
2	Множественная регрессия и ее использование для предсказания свойств геологических объектов. (основа метода, принципы расчета, область применения в геологии, примеры использования)	Конспект.	ПК-2 ПК-6	ИДК _{ПК2.1} ИДК _{ПК2.2} ИДК _{ПК6.1} ИДК _{ПК6.2}
3	Дисперсионный анализ. Однофакторный, двухфакторный дисперсионный анализ. (основа метода, принципы расчета, область применения в геологии, примеры использования)	Конспект	ПК-2 ПК-6	ИДК _{ПК2.1} ИДК _{ПК2.2} ИДК _{ПК6.1} ИДК _{ПК6.2}
4	Фазовые равновесия как основа геологической термобарометрии	Реферат, презентация	ПК-2 ПК-6	ИДК _{ПК2.1} ИДК _{ПК2.2} ИДК _{ПК6.1} ИДК _{ПК6.2}
5	Газогидраты в осадках Байкальской впадины. Физико-химические условия образования.	Реферат, презентация.	ПК-2 ПК-6	ИДК _{ПК2.1} ИДК _{ПК2.2} ИДК _{ПК6.1} ИДК _{ПК6.2}
6	Физико-химические факторы гидротермального минералообразования	Реферат.	ПК-2 ПК-6	ИДК _{ПК2.1} ИДК _{ПК2.2} ИДК _{ПК6.1} ИДК _{ПК6.2}

Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Студентам предложены темы для самостоятельного углубленного изучения дисциплины. Самостоятельная работа включает изучение фондовой, учебной литературы и материалов из сети Интернет, их конспектирование и обсуждение на практическом занятии.

4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

написание курсовых работ по дисциплине не предусмотрено учебным планом

V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) основная литература

1. Борисов М.В. Термодинамика геохимических процессов / М.В. Борисов, Ю.Б.Шваров. – М.: Изд-во. МГУ, 1992. – 256 с.
2. Булах А.Г. Методы термодинамики в минералогии / А.Г. Булах. – Л: Изд-во Недр, 1968. – 176 с.
3. Гаррелс Р.М. Растворы, минералы, равновесия / Р.М. Гаррелс, И.Л. Крайст. – М.: Мир, 1968. – 386 с.
4. Исаев В.П. Термодинамические аспекты геохимии природных газов, I, II части / В.П.Исаев. – Иркутск: Иркут. гос. ун-т, 1991. – 300 с.
5. Карпов И.К. Физико-химическое моделирование на ЭВМ в геохимии / И.К. Карпов. – Новосибирск: Наука, 1981. – 240 с.

б) дополнительная литература

1. Авченко О. В., Чудненко К.В., Александров О.В. Основы физико-химического моделирования минеральных систем // М. : Наука, 2009. – 229 с.
2. Чудненко К. В. Термодинамическое моделирование в геохимии: теория, алгоритмы, программное обеспечение, приложения // Новосибирск : Изд-во «Гео», 2010. – 287 с.
3. Жариков В.А. Основы физико-химической петрологии // Из-во Московского Университета. 1976. 420 С.
4. Жариков В.А. Основы физико-химической геохимии: учебник // Из-во Московского Университета: Наука, 2005, 654 С.
5. Буланов В.А., Сизых А.И. Кристаллохимизм породообразующих минералов: Учеб. пос. – Иркутск: Иркут. Ун-т, 2005. – 220 с.
6. Интерпретация геохимических данных. / Е.В. Складов, Д.П. Гладкочуб, Т.В. Донская и др.– М.: Интернет Инжиниринг, 2001. 288 с.
7. Дорогокупец П.И. Термодинамика минералов и минеральных равновесий / П.И. Дорогокупец, И.К.Карпов. – Новосибирск: Наука. 1984. – 185 с.
8. Дроздовская А.А. Химическая эволюция океана и атмосферы в геологической истории Земли / А.А.Дроздовская. – Киев: Наукова Думка, 1990. –208 с.
9. Крайнов С.Р. Геохимия подземных вод / С.Р.Крайнов, Б.Н.Рыженко, Б.Н.Швец. – М.: Наука, 2004. – 678 с.

в) список авторских методических разработок:

1. Бычинский В.А., Исаев В.П., Тупицын А.А. Физико-химическое моделирование в нефтегазовой геохимии. Часть 1. Теория и методология физико-химического моделирования: Учебное пособие.-Иркутск: ИГУ, 2004.-131с.
2. Бычинский В.А., Исаев В.П., Тупицын А.А. Физико-химическое моделирование в нефтегазовой геохимии. Часть 2. Модели гетерогенных систем: Учебное пособие.-Иркутск: ИГУ, 2004.-150с.

г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Научная библиотека Российского государственного университета нефти и газа им. И.М. Губкина – www.gybkin.ru

Научная библиотека МГУ – www.lib.msm.su

Электронная библиотека Московского государственного университета экономики, статистики и информатики (МГУЭСИИ) – www.ibc.mesi.ru

Библиотека Санкт-Петербургского университета – www.unilib.neva.ru

Научно-техническая библиотека СибГТУ – www.lib.sibstru.kts.ru

Российская Государственная библиотека – www.rsl.ru

Государственная публичная научно-техническая библиотека – www.gpntb.ru

Библиотека естественных наук РАН – www.ben.irex.ru

Всероссийская государственная библиотека иностранной литературы – www.libfl.ru

Библиотека Академии наук – www.spb.org.ru/ban

Национальная электронная библиотека – www.nel.ru

Библиотека ВНИИОЭНГ - www.vniioeng.mcn.ru

Всероссийский институт научной информации по техническим наукам (ВИНИТИ) – www.fuji.viniti.msk.su

Российская национальная библиотека, г. Санкт-Петербург – www.nlr.ru

Геология нефти и газа – www.geoinform.ru

Газовая промышленность – www.gas-journal.ru

Нефтяное хозяйство – www.oil-industry.ru

Нефтегазовая вертикаль - www.ngv.ru

Oil Gas Journal – www.ogj.com

Нефть России. Oil of Russia – www.press.lukoil.ru

Нефть и капитал – www.oilcapital.ru

Нефть, газ и право – www.oilgaslaw.ru

ТЭК России. Нефтегазодобывающая и нефтеперерабатывающая промышленность – www.ratex.ru

Известия вузов «Геология и разведка» - www.msgpa.edu.ru

Мировая энергетическая политика – www.wep.ru

Минеральные ресурсы России. Экономика и управление – www.geoinform.ru

Geological Society of America Bulletin – www.geosociety.org/pubs/journals.ru

Электронно-библиотечные системы (ЭБС) ИГУ

1. Электронный читальный зал «БиблиоТех» (адрес доступа <https://isu.bibliotech.ru>)
2. ЭБС «Издательство «Лань» (адрес доступа <http://e.lanbook.com>)
3. ЭБС Национальный цифровой ресурс «РУКОНТ» (адрес доступа <http://rucont.ru>)
4. ЭБС «Айбукс» (адрес доступа <http://ibooks.ru>)
5. Образовательная платформа «Юрайт» (адрес доступа <https://urait.ru>)

VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебно-лабораторное оборудование:

Компьютерный класс геологического факультета (ауд. 221). Оборудован техническими средствами обучения: Компьютеры – моноблоки ROSCOM с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации, проектор CASIOXL-V-2, ноутбук ASUSK50NGseries, экран на треноге Da-LiteVersatol 178*178, колонки.

6.2. Программное обеспечение:

№	Наименование программного продукта	Кол-во	Обоснование для пользования ПО(Лицензия, Договор, счёт, акт или иное)	Дата выдачи лицензии	Срок действия права пользования
1	GoogleChrome 57.0.2987.133 (ежегодно обновляемое ПО)	Условия правообладателя	Условия использования по ссылке: https://www.google.ru/chrome/browser/privacy/eula_text.html	Условия правообладателя	бессрочно
2	Microsoft Office 2003 Win32 Russian Academic OPEN No Level	40	Номер Лицензии Microsoft 41251593	24.10.2006	бессрочно
3	Corel Draw Graphics Suite X6 AE	3	1031 Государственный контракт № 03-019-13	11.06.2013	бессрочно
4	Acrobat Professional 11 AcademicEdition License Russian Multiple Platforms Adobe	20	Договор подряда 04-040-12 от 21.09.2012	31.07.2015	бессрочно

6.3. Технические и электронные средства:

При реализации программы дисциплины аудиторские занятия проходят с использованием стационарного мультимедийного проектора и персонального компьютера для демонстрации презентаций материала в лекционной аудитории, оборудованной экраном.

Электронные средства обучения по дисциплине «Моделирование геохимических процессов» размещены на образовательном портале ИГУ (educa.isu.ru).

Для материально-технического обеспечения дисциплины используются: компьютерный класс геологического факультета ИГУ, в котором все компьютеры имеют выход в сеть «Интернет» и установленное специальное программное обеспечение ArcGISforServerEnterpriseAdvancedLabKit для самостоятельной работы студента по моделированию геологических систем.

VII. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Обучение производится с использованием частично электронного обучения и дистанционных образовательных технологий: Образовательный портал ИГУ educa.isu.ru

В рамках дисциплины предусмотрено участие в видеоконференциях, проводимых научными институтами. Ссылки на проводимые мероприятия обновляются в электронной среде educa.isu.ru

Практикуется экскурсия в лабораторию моделирования геохимических процессов Института геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН. Студенты могут познакомиться с научными проектами в области моделирования, задать свои вопросы ученым и попробовать самостоятельно разработать и описать термодинамическую модель геологических процессов, используя в дальнейшем полученные данные для написания курсовых проектов, дипломов или тезисов на конференцию.

Наименование тем занятий с использованием активных форм обучения:

№	Тема занятия	Вид занятия	Форма / Методы интерактивного обучения	Кол-во часов
1	Моделирование метасоматических процессов	практическое занятие	Групповые дискуссии, анализ ситуации	2
2	Моделирование техногенных систем	практическое занятие	Групповые дискуссии, анализ ситуации	2
Итого часов				4

VIII. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Индекс и наименование компетенции и ИДК	Признаки проявления компетенции/дескриптора (ов) в соответствии с уровнем формирования в процессе освоения дисциплины
<p>ПК-2 Способен подготавливать геологические данные для дальнейшей научно-производственной обработки информации</p> <p>ИДК_{ПК.1} Понимает содержание и назначение получаемых геологических материалов для постановки и решения научно-производственных задач</p> <p>ИДК_{ПК.2} Осуществляет анализ и систематизацию геологических материалов для решения научно-производственных задач</p>	<p><u>Базовый уровень:</u></p> <p>Знает механизмы эндогенных процессов минералообразования и рудообразования; принципы постановки и проведения петрографических, петрологических и металлогенических исследований;</p> <p>Умеет выбирать необходимые методы компьютерного моделирования, исходя из конкретных задач геологических исследований;</p> <p>Владеет терминологией курса; информацией о современных методах геохимии.</p> <p><u>Повышенный уровень:</u></p> <p>Знает основные программы и способы расчета для создания геохимических моделей;</p> <p>Умеет подготовить исходные численные данные для дальнейшего моделирования; формулировать и решать геологические задачи методами физико-химического моделирования.</p> <p>Владеет навыками извлечения информации из научной литературы по различным аспектам геологии и геохимии.</p>

<p>ПК-6 Способен принимать участие в сопровождении прикладных научных исследований</p> <p>ИДЖ_{ПК6.1} Видит возможность проведения прикладных научных исследований при осуществлении разных этапов производственных работ на месторождении нефти и газа</p> <p>ИДЖ_{ПК6.2} Принимает участие в определенных видах прикладных научных исследованиях в области профессиональной деятельности</p>	<p><u>Базовый уровень:</u></p> <p>Знает физико-химические условия протекания геологических процессов; основы термодинамики</p> <p>Умеет обрабатывать полученные результаты, анализировать и осмысливать их с учётом имеющихся литературных данных; представлять итоги выполненной работы в виде отчётов, рефератов, статей, оформленных соответствующим образом;</p> <p>формулировать цели и задачи для моделирования различных процессов;</p> <p>Владеет навыками поиска информации в сети Интернет и библиотеках;</p> <p><u>Повышенный уровень:</u></p> <p>Знает принципы и методы анализа и математической обработки петрологического и петрохимического материала с применением компьютерного моделирования</p> <p>Умеет - организовать себя и свою деятельность с целью повышения квалификации и мастерства. осуществлять сбор и обработку исходной информации для создания модели геологического процесса; создавать термодинамические модели заданного геологического процесса;</p> <p>Владеет методиками подготовки данных для компьютерного моделирования; навыками научной работы</p>
---	---

Оценочные материалы текущего контроля формируются в соответствии с ЛНА университета

Оценочные материалы по данной дисциплине представлены в виде списка вопросов для собеседования, которые помогают выявить сформированность профессиональных компетенций ПК-2, ПК-6 у обучающихся.

1. Примерный список вопросов для собеседования: Термодинамическая система. Подразделения систем по числу компонентов, по числу фаз. Изолированные, закрытые, открытые системы.
2. Что такое фаза термодинамической системы?
3. Что такое компонент термодинамической системы?
4. Что такое параметры термодинамической системы?
5. Дать определение терминам солидус, ликвидус.

Оценочные материалы для промежуточной аттестации в форме зачета.


Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов:

№ п/п	Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Компетенции, компоненты которых контролируются
1.	Зачет	1-9	ПК-2 ИДК _{ПК2.1} ИДК _{ПК2.2} ПК-6 ИДК _{ПК6.1} ИДК _{ПК6.2}

Примерный список вопросов к зачету:

1. Основные этапы развития методов физико-химического моделирования
2. Минимизация энергии Гиббса (сравнительное описание существующих программ)
3. Понятие открытых и закрытых систем по Д.С. Коржинскому.
4. Принцип стабильного, метастабильного, частичного равновесия, расчет необратимой эволюции геохимических систем.
5. Исходные данные: выбор независимых компонентов и химический состав системы, выбор фаз и зависимых компонентов.
6. Построение графиков и диаграмм по результатам моделирования.
7. Термодинамическая система.
8. Значение термодинамики в физико-химическом моделировании.
9. Проблемы физико-химического моделирования.
10. Равновесные и неравновесные системы.
11. Влияние химического состава природных вод на минеральное вещество.
12. Основатели термодинамического моделирования.
13. Минимизация свободной энергии при расчетах.
14. Базы термодинамических данных.
15. Основные понятия и термины химической термодинамики.
16. Исходная информация для построения модели.
17. Термодинамические свойства химических веществ.
18. Корреляционные матрицы. интерпретация данных.
19. Кластерный анализ. (Основа метода, принципы расчета, область применения в геологии, примеры использования)
20. Нормативные пересчеты Q_{IPW} для магматических пород.
21. Выделение магматических серий.
22. Петрохимические генетические модули, используемые при изучении осадочных пород.
23. Расчет индекса химического выветривания. Его интерпретация.
24. Описание процесса выветривания гранита для последующего моделирования.
25. Минеральная геотермобарометрия.
26. Что такое твердый раствор в геологии. Модель неупорядоченного твердого раствора.
27. Расчет миналов для минералов группы пироксенов.
28. Определение рН, редокс-потенциал, Eh при моделировании природных процессов.
29. Схемы метаморфических фаций.
30. Последовательность моделирования минеральной ассоциации.

Разработчики:


(подпись)

старший преподаватель
(занимаемая должность)

А.В. Ощепкова
(инициалы, фамилия)


(подпись)

доцент
(занимаемая должность)

В.А. Бычинский
(инициалы, фамилия)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учетом рекомендаций ПООП по направлению 05.03.01 Геология и профилю «Геология».

Программа рассмотрена на заседании кафедры полезных ископаемых

«16» 03. 2021 г.

Протокол № 6 Зав. Кафедрой  С.А. Сасим

Настоящая программа, не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.