



## МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФГБОУ ВО «ИГУ»

**Кафедра полезных ископаемых, геохимии, минералогии и петрографии**



### Рабочая программа дисциплины

Наименование дисциплины **Б1.В.08 Моделирование геохимических процессов в нефтегазовой геологии**

Направление подготовки **05.04.01 Геология**

Направленность подготовки **Геологии нефти и газа**

Квалификация выпускника - **Магистр**

Форма обучения **заочная**

Согласовано с УМК геологического  
факультета

Протокол № 3 от «28» марта 2024 г.

Председатель \_\_\_\_\_

Летунов С.П.

Рекомендовано кафедрой:

Протокол №8\_

От «11» марта 2024 г.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

С.А. Сасим

Иркутск 2024 г.

## Содержание

	стр.
1. Цели и задачи дисциплины	3
2. Место дисциплины в структуре ОПОП.	3
3. Требования к результатам освоения дисциплины	3
4. Содержание и структура дисциплины	6
4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов	6
4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	7
4.3 Содержание учебного материала	8
4.3.1 Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ	9
4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение в рамках самостоятельной работы студентов	9
4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов	10
4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)	10
V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	11
а) перечень литературы	11
б) периодические издания	11
в) список авторских методических разработок	11
г) базы данных, поисково-справочные и информационные системы	11
VI. Материально-техническое обеспечение дисциплины	12
6.1. Учебно-лабораторное оборудование:	12
6.2. Программное обеспечение:	12
6.3. Технические и электронные средства обучения:	12
VII. Образовательные технологии	13
VIII. Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации	13
VII.1 Программа оценивания контролируемой компетенции	14
VII.2 Текущий контроль успеваемости	16
VII.3. Промежуточная аттестация	19
VII.3.1. Оценка запланированных результатов по дисциплине	19
VII.3.3 Оценочные материалы, обеспечивающие диагностику сформированности компетенций (или индикаторов компетенций), заявленных в рабочей программе дисциплины	21

## I. Цели и задачи дисциплины:

### Цели:

- обучить студента методам и приемам моделирования месторождений нефти и газа как основы прогнозирования и поисков их в различных геологических обстановках.
- освоение теоретических основ геолого-геохимического метода анализа углеводородных систем;
- приобретение навыков применения метода моделирования при решении региональных, поисковых и разведочных задач в нефтегазовой геологии.

### Задачи:

- изучение теоретических основ геологического прогнозирования нефтегазовых месторождений;
- освоение типовых геологических моделей разных формационных типов месторождений применительно к природным условиям их нахождения;
- изучение методов и приемов геологического и специального моделирования;
- применение геологических моделей при прогнозировании, поисках и разведке месторождений углеводородов.

## II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

2.1. Учебная дисциплина Б1.В.08 Моделирование геохимических процессов в нефтегазовой геологии относится к части дисциплин, формируемой участниками образовательных отношений

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: «Моделирование структур месторождений нефти и газа», «Моделирование геологических и геохимических процессов при изучении месторождений нефти и газа».

## III. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки 05.04.01 Геология:

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

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
<b>ПК-1</b> <i>Способен собирать, анализировать и систематизировать фактическую геологическую информацию и материал, осуществлять интерпретацию геологических, геофизических и геохимических данных при</i>	<b>ИДКПК-1.1</b> <i>Осуществляет сбор и структурирование поступающей промысловой информации</i>	<b>Знать</b> правила постановки и проведения геолого-геохимических исследований <b>Уметь</b> обрабатывать полученные результаты, анализировать и осмысливать их с учётом имеющихся литературных данных; - представлять итоги выполненной работы в виде отчётов, рефератов, статей, оформленных соответствующим

<p><i>решении научных, прикладных и производственных задач при поисках, разведке и разработке месторождений нефти и газа.</i></p>		<p>образом.  <b>Владеть:</b> навыками проведения эксперимента и методами обработки его результатов</p>
	<p><b>ИДКпк-1.2</b>  <i>Проводит обработку и интерпретацию геологических, геофизических и геохимических данных</i></p>	<p><b>Знать</b> принципы постановки и проведения геолого-геохимических исследований;  <b>Уметь</b> решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе методов равновесной термодинамики с применением технологии компьютерного моделирования физико-химических процессов протекающих в осадочных бассейнах  <b>-Владеть</b> современными методами анализа и математической обработки петрологического и петрохимического материала с применением компьютерного моделирования</p>
	<p><b>ИДКпк-1.3</b>  <i>Использует полученные результаты при решении научных, прикладных и производственных задач при поисках, разведке и разработке месторождений нефти и газа</i></p>	<p><b>Знать</b> о физико-химических процессах образования нефти и газа;  <b>Уметь</b> выбирать необходимые методы компьютерного моделирования, исходя из конкретных задач геологических исследований;  <b>Владеть</b> навыками проведения эксперимента и методами обработки его результатов</p>
<p><b>ПК-3</b>  <i>Способен самостоятельно или в составе коллектива выполнять комплекс исследований при изучении геологических процессов и месторождений нефти и газа.</i></p>	<p><b>ИДК пк-3.1</b>  <i>Знает современные методы и методологию исследований, направленных на изучение геологических процессов и месторождений нефти и газа</i></p>	<p><b>Знать-</b> принципы и современные методы анализа и математической обработки петрологического и петрохимического материала с применением компьютерного моделирования.  <b>Уметь</b> представлять итоги выполненной работы в виде отчётов, рефератов, статей, оформленных соответствующим образом.  обрабатывать полученные результаты, анализировать и осмысливать их с учётом имеющихся литературных</p>

		<p>данных;  <b>Владеть:</b> навыками обработки информации при помощи ПК</p>
	<p><b>ИДЖ</b> ПК-3.2  <i>Применяет необходимый комплекс исследований при организации и выполнении полного объёма научно-исследовательских, научно-производственных работ или отдельных этапов</i></p>	<p><b>Знать:</b> общие положения геологии, позволяющие планировать научные исследования;  <b>Уметь:</b> формулировать цели и задачи исследования, подбирать оптимальные методы их решения  <b>Владеть:</b> навыками планирования и контроля в решении производственных и научных геологических задач</p>

#### IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

**Объем дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа,  
в том числе 0,85 зачетные единицы, 31 часа на экзамен**

Из них реализуется с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий 18 часов

Из них 0 часов – практическая подготовка

**Форма промежуточной аттестации: экзамен**

**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		Самостоятельная работа		
					Лекции	Семинарские /практические /лабораторные занятия			
1	Раздел 1. Теоретические и практические основы термодинамического моделирования	3	40		2	2		40	Устный опрос
2	Раздел 2. Подготовка данных для моделирования		50		3	3	2	40	Устный опрос
3	Раздел 3. Создание физико-химических моделей геологических систем		54		3	3	2	39	Устный опрос
<b>Итого часов</b>			<b>144</b>		<b>8</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>119</b>	

#### 4.2. 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.)		
3	Раздел 1. Тема 1. Введение. Понятие о моделировании и моделях в геохимии.	Работа с литературными источниками	в течении семестра	15	Устный опрос	Указано в разделе V настоящей программы
	1.2. Основные положения химической термодинамики.	Работа с литературными источниками	в течении семестра	15	Устный опрос	Указано в разделе V настоящей программы
	1.3. Теоретические основы расчета физико-химических равновесий в сложных многофазных гетерогенных системах	Работа с литературными источниками	в течении семестра	10	Устный опрос	Указано в разделе V настоящей программы
	Раздел 2. Подготовка исходных данных для расчета равновесного состава геохимических систем методом минимизации термодинамических потенциалов	Работа с литературными источниками	в течении семестра	40	Устный опрос	Указано в разделе V настоящей программы
	Раздел 3. Модели взаимодействия «углеводороды-вода»	Работа с литературными источниками	в течении семестра	20	Устный опрос	Указано в разделе V настоящей программы
	3.1. Моделирование взаимодействия органического вещества с водными растворами щелочи	Работа с литературными источниками	в течении семестра	19	Устный опрос	Указано в разделе V настоящей программы
Общая трудоемкость самостоятельной работы по дисциплине (час)				<b>119</b>		
<b>Из них объем самостоятельной работы с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (час)</b>				<b>19</b>		

### **4.3. Содержание учебного материала**

**Раздел 1.** Теоретические и практические основы термодинамического моделирования. Введение. Понятие о моделировании и моделях в геохимии.

Основные понятия и определения. Основные положения химической термодинамики.

Основные законы термодинамики. Обратимые и необратимые процессы. Объекты и методы исследования. Уравнения состояния. Используемые величины и фундаментальные уравнения. Термодинамические потенциалы, физические константы, единицы измерения, обозначения и стандартные состояния.

Теоретические основы расчета физико-химических равновесий в сложных многофазных гетерогенных системах

История развития методов физико-химического моделирования. Физико-химическое моделирование и эксперимент. Методические и теоретические вопросы физико-химического моделирования в геохимии. Фазовые превращения. Правило фаз Гиббса. Стабильность фаз.

Минимизация энергии Гиббса. Открытые и закрытые системы по Д.С. Коржинскому. Принципы частичного равновесия и алгоритм расчета необратимой эволюции геохимических систем.

**Раздел 2.** Подготовка данных для моделирования.

Подготовка исходных данных для расчета равновесного состава геохимических систем методом минимизации термодинамических потенциалов.

Единицы измерения вещества в геологии: весовые проценты, объемные проценты, моли, граммы, ppm. Конвертация разных единиц измерения. Использование программы MS Excel для пересчетов.

Исходные данные. Особенности получения данных о химическом и минералогическом составе породы. Источники, погрешность и согласованность термодинамической информации. Методы получения исходных термохимических данных. Расчет эмпирических коэффициентов уравнения теплоемкости.

Анализ большого объема исходных числовых данных. Использование методов математической статистики для первичной обработки исходной информации. Корреляция, корреляционная матрица, уравнение регрессии и их расчет в программе MS Excel.

**Раздел 3.** Создание физико-химических моделей геологических систем

Работа с программным комплексом «Селектор». Основные функции, базы данных: газы, растворы, твердые фазы. Параметры температуры и давления. Простые и многорезервуарные модели. Расчет геотермобарометров.

Создание модели взаимодействия дождевой воды и атмосферы. Задание исходных составов, параметров P, T. Анализ решения. Понятие рН, Eh системы. Создание графиков при помощи ПК Селектор.

Постановка модели растворения карбонатов в растворе соляной кислоты. Задание исходных составов, параметров P, T. Анализ решения. Создание графиков.

Физико-химическая модель системы C – H (жидкие углеводороды). Физико-химическая модель взаимодействия воды с доломитом (образование щелочного раствора). Физико-химическая модель процесса взаимодействия «вода-нефть». Моделирование взаимодействия органического вещества с водными растворами щелочи

Физико-химическая модель взаимодействия органо-минеральных компонентов со щелочными растворами. Физико-химическая модель образования газовой фазы при раскислении щелочных растворов. Базы термодинамических данных.



#### 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	о практической подготовке		
1	2	3	4	5	6	7
1	Раздел 1	Основные термины и понятия курса. Приведены уравнения реакций образования и разрушения минералов. Для каждого примера расписать фазы, зависимые компоненты, зависимые компоненты в виде таблицы	6		устный опрос, зачет задания	ПК-3 ИДК <sub>ПК3.1</sub>
2	Раздел 1	Фазовые диаграммы. Определение степени свободы. Интерпретация диаграмм плавления.	6		устный опрос, зачет задания	ПК-3 ИДК <sub>ПК3.1</sub>
3	Раздел 2	Обработка данных химического состава. Пересчет из граммов – в моли	4		устный опрос, зачет задания	ПК-1 ИДК <sub>ПК1.1</sub>
4	Раздел 2	Использование статистических методов для обработки геологических данных	4		устный опрос, зачет задания	ПК-1 ИДК <sub>ПК1.1</sub>
5	Раздел 3	Моделирование геологических и геохимических процессов с применением ПК Селектор. Моделирование взаимодействия дождевой воды и атмосферы	4		устный опрос, зачет задания	ПК 1 ИДК <sub>ПК1.1</sub> , ИДК <sub>ПК1.3</sub> , ПК3 ИДК <sub>ПК3.2</sub>
	Раздел 3	Моделирование процесса растворения карбонатов соляной кислотой	4		устный опрос, зачет задания	ПК 1 ИДК <sub>ПК1.1</sub> , ИДК <sub>ПК1.3</sub> , ПК3 ИДК <sub>ПК3.2</sub>
	Раздел 3	Создание и анализ моделей взаимодействия природных углеводородов	8		устный опрос, зачет задания, тест	ПК 1 ИДК <sub>ПК1.1</sub> , ИДК <sub>ПК1.3</sub> , ПК3 ИДК <sub>ПК3.2</sub>

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

№ пп/п	Тема	Задание	Формируемая компетенция	ИДК
1	Р1. Предмет термодинамики. Математическое выражение законов	Конспект, реферат	ПК-3	ИДК <sub>ПК3.1</sub>

	термодинамики.			
<b>2</b>	Р1. Тепловая теорема Нернста. Применение тепловой теоремы Нернста к реакциям между конденсированными реагентами.	Конспект.	<b>ПК-3</b>	ИДК <sub>ПК3.1</sub>
<b>3</b>	Р1. Открытые и закрытые системы по Д.С. Коржинскому. Принципы частичного равновесия и алгоритм расчета необратимой эволюции геохимических систем.	Конспект	<b>ПК-3</b>	ИДК <sub>ПК3.1</sub>
<b>4</b>	Р2. Расчет эмпирических коэффициентов уравнения теплоемкости	Реферат, презентация	<b>ПК-1</b>	ИДК <sub>ПК1.1</sub>
<b>5</b>	Минимизация энергии Гельмгольца. Метастабильное равновесие. Равновесный процесс. Определение равновесного давления в зависимости от начальной температуры.	Реферат, презентация.	<b>ПК-1</b> <b>ПК-3</b>	ИДК <sub>ПК1.2</sub> , ИДК <sub>ПК1.3</sub> , ИДК <sub>ПК3.2</sub>
<b>6</b>	Физико-химическая модель растворения кремния щелочными растворами	Реферат.	<b>ПК-1</b> <b>ПК-3</b>	ИДК <sub>ПК1.2</sub> , ИДК <sub>ПК1.3</sub> , ИДК <sub>ПК3.2</sub>

#### **4.4. 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. Крайнов С.Р. Геохимия подземных вод/ С.Р.Крайнов, Б.Н.Рыженко, Б.Н.Швец. – М.: Наука, 2004. – 678 с.
2. Голубева Н.В. Математическое моделирование систем и процессов [Электронный ресурс] / Н.В. Голубева. – «Лань», 2016. - 191 с. Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=76825](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=76825), - ЭБС "Лань"

### б) периодические издания

Журнал физической химии. – Москва, Российская академия наук. 1934-2023. Статьи доступны на <https://www.elibrary.ru>, <https://sciencejournals.ru/list-issues/fizkhim/>

### 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.
3. В. А. Бычинский. Физико-химическое моделирование в нефтегазовой геохимии [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. А. Бычинский, В. П. Исаев, А. А. Тупицын ; Иркутский гос. ун-т, Науч. б-ка. - Электрон. текстовые дан. - Иркутск : Изд-во НБ ИГУ, 2005  
Тупицын А.А., Мухетдинова А. В., Бычинский В.А. Подготовка термодинамических свойств индивидуальных веществ к физико-химическому моделированию высокотемпературных технологических процессов / Изд-во ИГУ, 2009. - 303 с

### г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Научная библиотека Российского государственного университета нефти и газа им. И.М. Губкина – [www.gybkina.ru](http://www.gybkina.ru)

Научная библиотека МГУ – [www.lib.msu.ru](http://www.lib.msu.ru)

Электронная библиотека Московского государственного университета экономики, статистики и информатики (МГУЭСИИ) – [www.ibc.mesi.ru](http://www.ibc.mesi.ru)

Библиотека Санкт-Петербургского университета – [www.unilib.neva.ru](http://www.unilib.neva.ru)

Научно-техническая библиотека СибГТУ – [www.lib.sibstru.kts.ru](http://www.lib.sibstru.kts.ru)

Российская Государственная библиотека – [www.rsl.ru](http://www.rsl.ru)

Государственная публичная научно-техническая библиотека – [www.gpntb.ru](http://www.gpntb.ru)

Библиотека естественных наук РАН – [www.ben.irex.ru](http://www.ben.irex.ru)

Всероссийская государственная библиотека иностранной литературы – [www.libfl.ru](http://www.libfl.ru)

Библиотека Академии наук – [www.spb.org.ru/ban](http://www.spb.org.ru/ban)

Национальная электронная библиотека – [www.nel.ru](http://www.nel.ru)

Библиотека ВНИИОЭНГ - [www.vniioeng.mcn.ru](http://www.vniioeng.mcn.ru)

Всероссийский институт научной информации по техническим наукам (ВИНИТИ) – [www.fuji.viniti.msk.su](http://www.fuji.viniti.msk.su)

Российская национальная библиотека, г. Санкт-Петербург – [www.nlr.ru](http://www.nlr.ru)

Геология нефти и газа – [www.geoinform.ru](http://www.geoinform.ru)

Газовая промышленность – [www.gas-journal.ru](http://www.gas-journal.ru)

Нефтяное хозяйство – [www.oil-industry.ru](http://www.oil-industry.ru)

Нефтегазовая вертикаль - [www.ngv.ru](http://www.ngv.ru)

Oil Gas Journal – [www.ogj.com](http://www.ogj.com)

Нефть России. Oil of Russia – [www.press.lukoil.ru](http://www.press.lukoil.ru)

Нефть и капитал – [www.oilcapital.ru](http://www.oilcapital.ru)

Нефть, газ и право – [www.oilgaslaw.ru](http://www.oilgaslaw.ru)

ТЭК России. Нефтегазодобывающая и нефтеперерабатывающая промышленность – [www.ratex.ru](http://www.ratex.ru)

Известия вузов «Геология и разведка» - [www.msgpa.edu.ru](http://www.msgpa.edu.ru)

Мировая энергетическая политика – [www.wep.ru](http://www.wep.ru)

Минеральные ресурсы России. Экономика и управление – [www.geoinform.ru](http://www.geoinform.ru)

Geological Society of America Bulletin – [www.geosociety.org/pubs/journals.ru](http://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: <a href="https://www.google.ru/chrome/browser/privacy/eula_text.html">https://www.google.ru/chrome/browser/privacy/eula_text.html</a>	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
	ПК Селектор	3	Договор о прохождении практики студентов ИГУ в Институте геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН	-	-

### 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 размещены на образовательном портале ИГУ ([educa.isu.ru](http://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	Сведения о программном комплексе «Селектор».	практическое занятие	Групповые дискуссии, анализ ситуации	2
2	Методы и способы моделирования прикладных геохимических задач.	практическое занятие	Групповые дискуссии, анализ ситуации	2
Итого часов				4

## **VIII. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

Паспорт фонда оценочных средств определяет перечень формируемых дисциплиной компетенций (индикаторов их достижений), соотнесенных с результатами обучения в виде характеристики дескрипторов «знать», «уметь», «владеть» (см. раздел III настоящей РПД); программу оценивания контролируемой компетенции (индикаторов достижения компетенции), содержащую наименование оценочных материалов для обеспечения текущего контроля и промежуточной аттестации (табл. VII.1), соотнесенных с контролируемыми темами и/или разделами дисциплины и планируемыми результатами, показателем и критериями оценивания, а также характеристику оценочных материалов для обеспечения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине, в том числе оценку запланированных результатов и перечень оценочных материалов (средств) и характеристику критерии их оценивания.

## VII.1 Программа оценивания контролируемой компетенции

Тема или раздел дисциплины	Код индикатора компетенции	Планируемый результат	Показатель	Критерий оценивания	Наименование ОС	
					ТК	ПА
<b>Раздел 1.</b> Теоретические и практические основы термодинамического моделирования.	<i>ИДК<sub>ПК3.1</sub>; Знает современные методы и методологию исследований, направленных на изучение геологических процессов и месторождений нефти и газа</i>	<b>Знать:</b> понятие о моделировании и моделях в геохимии; <b>Уметь:</b> - искать исходную термодинамическую информацию для моделирования геологических систем <b>Владеть:</b> Базовыми навыками работы на ПК, поиска и анализа информации в сети Интернет	Владеет материалом и терминологией по теме	Отвечает на устные опросы из перечня вопросов текущей успеваемости	С	Э
<b>Раздел 2.</b> Подготовка данных для моделирования.	<i>ИДК<sub>ПК1.1</sub> Осуществляет сбор и структурирование поступающей промысловой информации</i>	<b>Знать</b> правила постановки и проведения геолого-геохимических исследований <b>Уметь</b> обрабатывать полученные результаты, анализировать и осмысливать их с учётом имеющихся литературных данных; - представлять итоги выполненной работы в виде отчётов, рефератов, статей, оформленных соответствующим образом. <b>Владеть:</b> навыками проведения эксперимента и методами обработки его результатов	Владеет материалом и терминологией по теме	Отвечает на устные опросы из перечня вопросов текущей успеваемости	С	Э
<b>Раздел 3.</b> Создание физико-химических моделей геологических систем	<i>ИДК<sub>ПК1.2</sub> Проводит обработку и интерпретацию геологических, геофизических</i>	<b>Знать</b> принципы постановки и проведения геолого-геохимических исследований; <b>Уметь</b> решать стандартные задачи профессиональной	Владеет материалом и терминологией по теме	Отвечает на устные опросы из перечня вопросов текущей успеваемости	С	Э

	<i>геохимически х данных</i>	<p>деятельности на основе методов равновесной термодинамики с применением технологии компьютерного моделирования физико-химических процессов протекающих в осадочных бассейнах</p> <p><b>-Владеть</b> современными методами анализа и математической обработки петрологического и петрохимического материала с применением компьютерного моделирования</p>				
	<i>ИДК<sub>ПК1.3</sub> Использует полученные результаты при решении научных, прикладных и производстве нных задач при поисках, разведке и разработке месторожден ий нефти и газа</i>	<p><b>Знать</b> о физико- химических процессах образования нефти и газа; <b>Уметь</b> выбирать необходимые методы компьютерного моделирования, исходя из конкретных задач геологических исследований; <b>Владеть</b> навыками проведения эксперимента и методами обработки его результатов</p>	Владеет материалом и терминологие й по теме	Отвечает на устные опросы из перечня вопросов текущей успеваемости	<b>С,т</b>	<b>Э</b>
	<i>ИДК<sub>ПК3.2</sub> Применяет необходимый комплекс исследований при организации и выполнении полного объёма</i>	<p><b>Знать:</b> общие положения геологии, позволяющие планировать научные исследования; <b>Уметь:</b> формулировать цели и задачи</p>	Владеет материалом и терминологие й по теме	Отвечает на устные опросы из перечня вопросов текущей успеваемости	<b>С, т</b>	<b>Э</b>

	научно-исследовательских, научно-производственных работ или отдельных этапов	исследования, подбирать оптимальные методы их решения <b>Владеть:</b> навыками планирования и контроля в решении производственных и научных геологических задач			
--	--	--	--	--	--

Принятые сокращения: С-собеседование, Т – тест, Э - экзамен

## VII.2 Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости – оценивание хода освоения элементов образовательной программы дисциплины в соответствии с настоящей рабочей программой, в том числе проверку уровня усвоения знаний, умений, навыков и отдельных элементов компетенций, полученных обучающимися в процессе освоения дисциплины.

### Примерный список вопросов для собеседования по теме 1

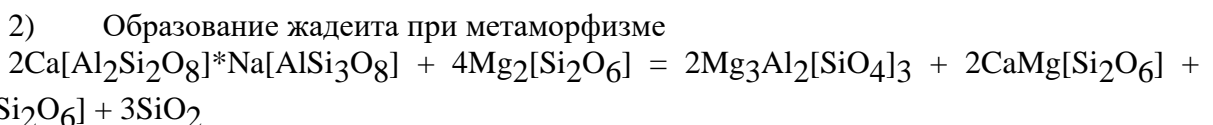
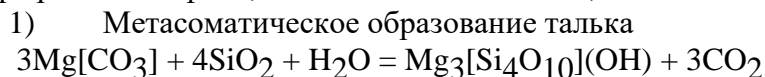
1. Понятие о моделировании и моделях в геохимии.
2. Методические и теоретические вопросы, связанные с использованием ЭВМ в физико-химическом моделировании в геохимии
3. Основные этапы развития методов физико-химического моделирования (историческая справка).
4. Виды и типы моделей, используемых в геологии и геохимии;
5. Понятие открытых и закрытых систем по Д.С. Коржинскому
6. Принцип стабильного, метастабильного, частичного равновесия
7. Термодинамическая система. Подразделения систем по числу компонентов, по числу фаз. Изолированные, закрытые, открытые системы.
8. Что такое фаза термодинамической системы?
9. Что такое компонент термодинамической системы?
10. Что такое параметры термодинамической системы?

### Пример задания для практической работы по теме 1

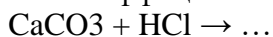
#### Практическая работа 1 Основные термины и понятия курса.

##### Задание 1.

Приведены уравнения реакций образования и разрушения минералов. Для каждого примера расписать фазы, зависимые компоненты, независимые компоненты в виде таблицы.



3) Растворение кальцита соляной кислотой (дописать уравнение реакции и расставить коэффициенты)



##### Задание 2.

Законспектировать термины и понятия:

- фаза



- компонент системы (зависимые, независимые)
- термодинамические потенциалы

### **Критерии оценивания:**

«отлично» - правильно выполнена работа, описательная часть выполнена полностью – есть ответы на поставленные вопросы, ответ развернутый, аргументированный, последовательный.

«хорошо» - правильно составлена таблица фаз, зависимых и независимых компонентов, в описательной части есть ошибки, ответ неполный.

«удовлетворительно» - выполнена таблица;

«неудовлетворительно» - ошибки в работе, неполнота ответа, неаккуратность.

### **Пример тестового задания**



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**федеральное государственное**  
**бюджетное образовательное**  
**учреждение высшего образования**  
**«Иркутский государственный**  
**университет»**  
**(ФГБОУ ВО «ИГУ»)**  
**Геологический факультет**

## **ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ** **(по разделу I-III)**

### **Тест №1**

Тестовое комплексное задание для контроля знаний по разделам I,II,III.

#### **Инструкция:**

Прежде чем приступить к выполнению тестового задания, внимательно прочитайте вопросы. Если Вы затрудняетесь ответить на вопрос, переходите к следующему, но не забудьте вернуться к пропущенному заданию.

Время выполнения теста – 45 мин.

Каждый правильный ответ на вопрос оценивается в 1 балл;

1. Из числа предложенных соединений укажите кислоту:

- а)  $\text{Ca}(\text{OH})_2$
- б)  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ;
- в)  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2](\text{OH})_2$ ;

2. Первое начало термодинамики может быть записано как:

- а) при любых физических взаимодействиях энергия не возникает и не исчезает, а только передается от одних тел другим или превращается из одной формы в другую,
- б) количество внутренней энергии системы зависит от продолжительности наблюдений за ней;

в) при любых физических взаимодействиях масса системы остается постоянной

3. При каких условиях протекают изобарные процессы:

- а) при постоянном давлении,
- б) при постоянной температуре,
- в) при постоянном объеме.

4. Единицы измерения температуры в СИ?

- а) °С (градусы Цельсия);
- б) °Ф (градусы Фарингейта);
- в) К (Кельвины).

5. Прибор для измерения количества теплоты, выделявшейся или поглощающейся в химических, физических и биологических процессах называют:

- а) фотометр,
- б) калориметр,
- в) барометр.

6. Наиболее значимая связь между двумя массивами данных будет наблюдаться при рассчитанном коэффициенте корреляции:

- а) -0,5;
- б) 0,
- в) 0,98

7. Максимально возможное число фаз в системе наблюдается:

- а) в точке эвтектики,
- б) на моновариантной кривой,
- в) в зоне ликвидуса.

8. К какому типу термодинамических систем относится живой организм:

- а) открытая,
- б) закрытая,
- в) изолированная,

9. Значения рН системы равное 9 обозначает, что в системе среда

- а) кислая,
- б) нейтральная,
- в) щелочная

10. Рассматривается система С-Н-О. Независимые компоненты этой системы – это:

- а) С- углерод, Н-водород, О - кислород,
- б) соединения СН<sub>4</sub>, СО, СО<sub>2</sub> и пр.,
- в) уравнения реакций, которые можно составить между элементами,

### **Критерии оценивания теста**

Отметка «отлично» ставится при правильном выполнении 81-100% заданий теста.

Отметка «хорошо» ставится при правильном выполнении 46-80% заданий теста.

Отметка «удовлетворительно» ставится при правильном выполнении 21-45% заданий теста.

Отметка «неудовлетворительно» ставится при правильном выполнении 20-0% заданий теста. Ключ к тесту: 1б, 2а, 3а, 4в, 5б, 6в, 7а, 8а, 9в, 10а

### VII.3. Промежуточная аттестация

По дисциплине «Моделирование геохимических и геологических процессов при поисках, разведке и разработке месторождений нефти и газа» предусмотрена промежуточная аттестация в форме экзамена.

#### VII.3.1. Оценка запланированных результатов по дисциплине

Код компетенции	Код оцениваемого индикатора	Результаты обучения	Показатели
<b>ПК-1</b> Способен собирать, анализировать и систематизировать фактическую геологическую информацию и материал, осуществлять интерпретацию геологических, геофизических и геохимических данных при решении научных, прикладных и производственных задач при поисках, разведке и разработке месторождений нефти и газа.	<b>ИДК<sub>ПК1.1</sub></b> <i>Осуществляет сбор и структурирование поступающей промысловой информации</i>	Знает: основы термодинамики природных процессов.	Дает правильное определение понятиям «фаза», «зависимый компонент», «независимый компонент», параметры системы;
		Умеет: выбирать необходимые методы компьютерного моделирования, исходя из конкретных задач геологических исследований	Может формулировать и решать геологические задачи методами физико-химического моделирования
		Владет: Способами обработки и интерпретации геологической информации навыками извлечения информации из научной литературы по различным аспектам геологии и геохимии	Анализирует и интерпретирует имеющуюся геологическую информацию, обладает навыками сравнительного анализа геологического строения.
	<b>ИДК<sub>ПК1.2</sub></b> <i>Проводит обработку и интерпретацию геологических, геофизических и геохимических данных</i>	Знает: механизмы эндогенных процессов образования нефти и газа	Использует данные о химическом составе пород для построения различных диаграмм и расчета моделей (в зависимости от поставленной задачи). Интерпретирует результаты расчета.
		Умеет: обрабатывать полученные результаты, анализировать и осмысливать их с учётом имеющихся литературных данных;	Может представлять итоги выполненной работы в виде отчётов, рефератов, статей, оформленных соответствующим образом
		Владет: методиками подготовки данных для компьютерного моделирования;	Может представлять итоги выполненной работы в виде отчётов, рефератов, статей, оформленных

		навыками научной работы	соответствующим образом
	<i>ИДК<sub>ПК1.3</sub></i> <i>Использует полученные результаты при решении научных, прикладных и производственных задач при поисках, разведке и разработке месторождений нефти и газа</i>	Знает: принципы и методы анализа и математической обработки петрологического и петрохимического материала с применением компьютерного моделирования	Самостоятельно определяет вид и последовательность расчетов для анализа новых числовых данных;
		Умеет: создавать термодинамические модели заданного геологического процесса; выбирать необходимые методы компьютерного моделирования, исходя из конкретных задач геологических исследований	Создает простые модели взаимодействия веществ при заданных параметрах в ПК Селектор
		Владеет: методиками подготовки данных для компьютерного моделирования; навыками научной работы навыками проведения эксперимента и методами обработки его результатов	осуществляет сбор и обработку исходной информации для создания модели геологического процесса;
<b>ПК-3</b> Способен самостоятельно или в составе коллектива выполнять комплекс исследований при изучении геологических процессов и месторождений нефти и газа.	<i>ИДК<sub>ПК3.1</sub></i> <i>Знает современные методы и методологию исследований, направленных на изучение геологических процессов и месторождений нефти и газа</i>	Знает: современные методы и методологию исследований, направленных на изучение геологических процессов и месторождений нефти и газа	Знает современные методы исследования геологических процессов и может выбрать подходящий для решения конкретных геологических задач;
		Умеет: Моделировать на ПК Селектор, основы построения модели может применить и для других программных продуктов;	Освоил основы моделирования на ПК Селектор и способен применить полученные знания для работы на других программных продуктах.
		Владеет: Навыками	Корректно оформляет графические и текстовые

		планирования и организации научной деятельности, позволяющими эффективно применять современные методы исследований	отчеты о завершенных практических работах, правильно указывает используемые методы.
	<i>ИДКпкз.2 Применяет необходимый комплекс исследований при организации и выполнении полного объема научно-исследовательских, научно-производственных работ или отдельных этапов</i>	Знает: принципы постановки и проведения петрографических, петрологических и металлогенических исследований	Может спланировать эксперимент, подобрать оптимальный метод исследования для конкретного объекта;
		Умеет: выбирать необходимые методы компьютерного моделирования, исходя из конкретных задач геологических исследований	В зависимости от специфики исследуемого объекта выбирает корректный метод исследования
		Владеет: навыками извлечения информации из научной литературы по различным аспектам геологии и геохимии.	Корректно и в установленный срок оформляет и сдает отчеты о практических работах;

**VII.3.3 Оценочные материалы, обеспечивающие диагностику сформированности компетенций (или индикаторов компетенций), заявленных в рабочей программе дисциплины**

**Пример экзаменационного билета**



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
 федеральное государственное  
 бюджетное образовательное  
 учреждение высшего образования  
 «Иркутский государственный  
 университет»

**(ФГБОУ ВО «ИГУ»)**

**Геологический факультет**

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1**

**Дисциплина «Моделирование геохимических и геологических процессов при поисках, разведке и разработке месторождений нефти и газа»**

**Направление 05.04.01 Геология**

**Программа магистратуры Геология нефти и газа**

1. Основные этапы развития методов физико-химического моделирования
2. Выполнить пересчет химического состава из весовых процентов в атомные количества элементов.

Относительные атомные массы: Si – 28,09; O – 15,99; Al – 26,98; Fe – 55,85; Ca – 40,09. Na – 22,99; K – 39,09.

Оксид	Содержание, масс. %	Молекулярный вес	Молекулярное количество	Атомное количество	
				Анионов	катионов
SiO <sub>2</sub>	30,08				
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	20,88				
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10,09				
CaO	13,15				
Na <sub>2</sub> O	9,90				
K <sub>2</sub> O	15,9				
Сумма:					

Записать химический состав в одну строку:

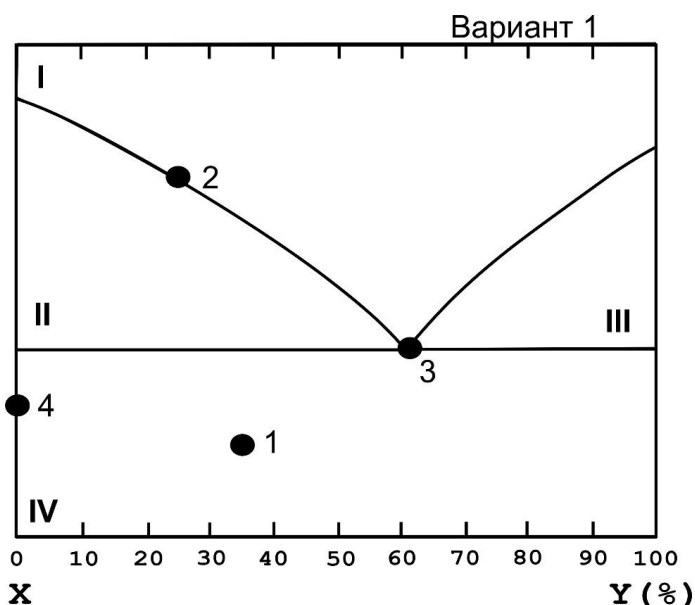
Si \_\_\_\_\_ Al \_\_\_\_\_ Fe \_\_\_\_\_ Ca \_\_\_\_\_ Na \_\_\_\_\_ K \_\_\_\_\_ O \_\_\_\_\_

3. Дана бинарная диаграмма. Для каждой точки указать:

А) состав (соотношение компонентов)

Б) количество фаз. Назвать эти фазы.

В) Рассчитать число степеней свободы по формуле (правила фаз Гиббса)



Педагогический работник \_\_\_\_\_ А.В. Ощепкова  
(подпись)

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ С.А. Сасим  
(подпись)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 г.

#### **Критерии оценки:**

- оценка «отлично» выставляется студенту, если он в полном объеме отвечает на вопросы из экзаменационного билета, свободно владеет терминами и понятиями курса, способен дискутировать по предложенным вопросам, способен аргументировано обосновать свою позицию; при ответах на вопросы может совершать небольшие ошибки;
- оценка «хорошо» выставляется студенту, если он ответил на все предложенные в экзаменационном билете вопросы, раскрыв их основную суть, но делает незначительные ошибки, способен ответить на большую часть дополнительных вопросов;
- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он ответил на два из трех вопросов экзаменационного билета, при этом совершает умеренные ошибки; или ответил на три вопроса, не раскрыв в двух из них основную суть, но при этом ответ на один из трех вопросов был наиболее полным, с раскрытием его сути. В предложенных в билете вопросах знает основные термины и понятия курса. Не отвечает на большинство дополнительных вопросов.
- оценка «неудовлетворительно» выставляется, если: студент не ответил ни на один вопрос; студент не раскрыл сути ни одного вопроса и не ответил на подавляющее большинство дополнительных вопросов; ответил на один из трех вопросов, не раскрыв/почти не раскрыв его сути или и совершал грубые ошибки, а на два вопроса не дал ответов. Не знает базовых терминов и сущности предмета.

***Оценочные материалы для промежуточной аттестации в форме экзамена.***

**Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов:**

<b>№</b>	<b>Вид контроля</b>	<b>Контролируемые темы (разделы)</b>	<b>Контролируемые компетенции/ индикаторы</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
1	Экзамен	Раздел 1-3.	<b>ПК-1,3</b> <b>ИДК<sub>ПК1.1</sub>, ИДК<sub>ПК1.2</sub>, ИДК<sub>ПК1.3</sub>, ИДК<sub>ПК3.1</sub>, ИДК<sub>ПК3.2</sub>,</b>
2	Текущий контроль	Раздел 1-3.	<b>ПК-1,3</b> <b>ИДК<sub>ПК1.1</sub>, ИДК<sub>ПК1.2</sub>, ИДК<sub>ПК1.3</sub>, ИДК<sub>ПК3.1</sub>, ИДК<sub>ПК3.2</sub>,</b>

**Примерный список вопросов к экзамену.**

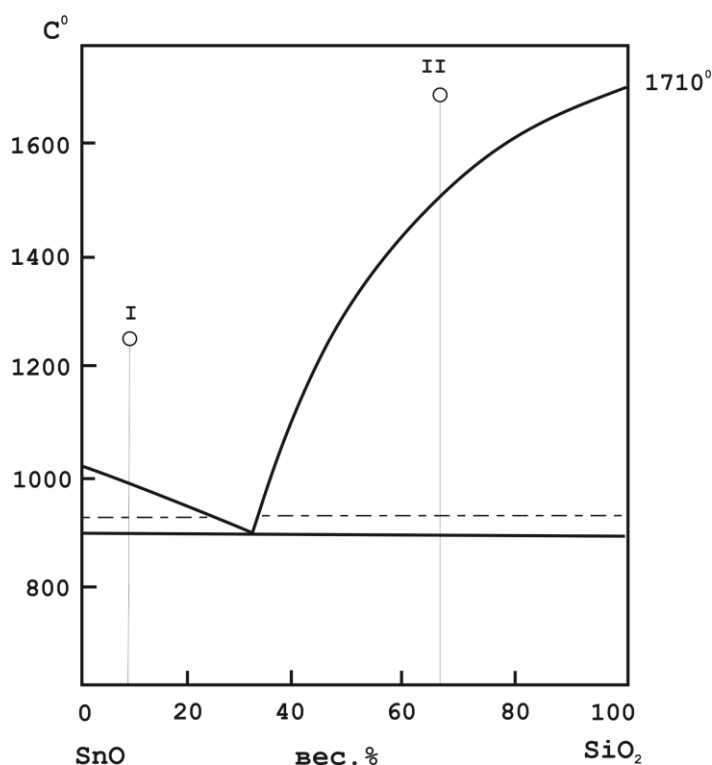
**Примеры вопросов на оценку знаний**

1. Модели и моделирование. Определение, примеры из геологии. Общие требования к моделям.
2. Основные этапы развития методов физико-химического моделирования
3. Первый закон термодинамики. Определение, физический смысл.
4. Второй закон термодинамики. Определение, физический смысл.
5. Термодинамическая система. Термодинамические системы: открытые, закрытые, изолированные. Привести примеры.
6. Дать определение терминам: фаза, зависимый компонент, независимый компонент.
7. Температура. Определение, единицы измерения Какую температуру принято считать стандартной?
8. Дать определение терминам: ликвидус, солидус, точка эвтектики.
9. Особенности применения данных химического анализа в решении геохимических задач. Основные методы получения данных о химическом составе пород и минералов. Предел обнаружения. Потери при прокаливании.
10. pH, Eh параметры в системе.

**Примеры вопросов на оценку умений**

1. Методология построения модели и определение задач моделирования.
2. Назовите отличия закрытой и изолированной термодинамической системы. Какой термодинамической системой является живой организм?
3. Выполнить описание охлаждения раствора (1, 2) по диаграмме состояния по следующей схеме: а) Подписать поля диаграммы (расплав, кристаллическое тело, расплав и кристалл. тело (с указанием состава) б) Состав исследуемого раствора в т. 1, в т. 2; в) температура начала кристаллизации расплава состава 1, 2; г) Рассчитайте соотношение кристаллов и расплава при температуре 950 °С

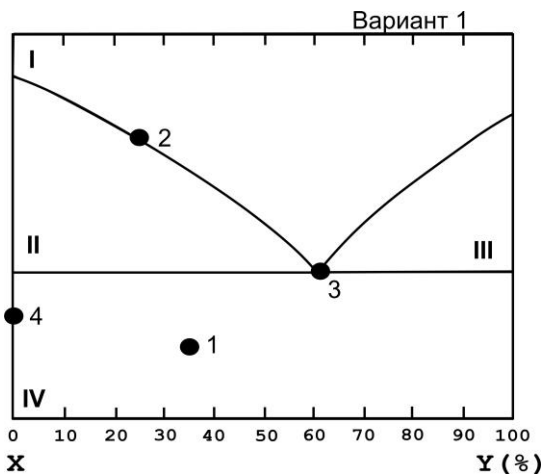




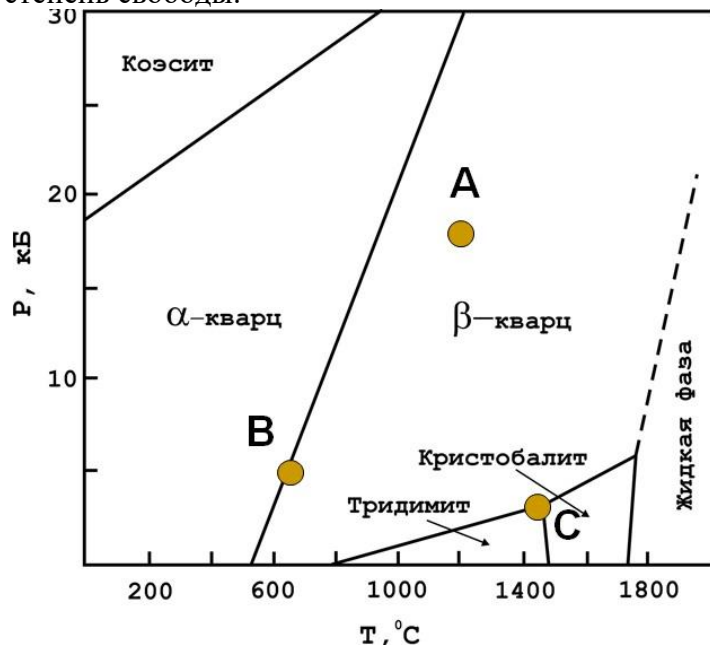
4. Единицы измерения концентрации вещества: ррh, ррт, ррm, ррb. Как соотносятся весовые проценты, ррm и г/т?
5. Рассчитайте содержание Fe в ильмените  $\text{FeTiO}_3$  (атомный вес Fe – 56, Ti – 48, O – 16)
6. Правило фаз Гиббса. Степени свободы. Как рассчитываются? Какую степень свободы имеет система в точке эвтектики?
7. Равновесная система представляет собой водный раствор хлорида натрия и этилового спирта, находящийся в равновесии с кристаллами соли и насыщенным паром. Назовите число фаз и компонентов системы. Рассчитайте степень свободы системы.
8. Гомогенная система составлена из двух различных, не реагирующих между собой газов. Назовите число фаз и компонентов системы. Рассчитайте степень свободы системы.
9. Дано уравнение реакции выветривания слюды (мусковита) с образованием каолинита (глинистого минерала):  $2\text{KAl}_3\text{Si}_3\text{O}_{10}(\text{OH})_2 + 2\text{H}^+ + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow 3\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4 + 2\text{K}^+$   
 а. мусковит в растворе                      каолинит в растворе  
 Укажите необходимые для моделирования этого процесса параметры (независимые компоненты, зависимые компоненты; число фаз)
10. Что такое твердый раствор в геологии. Модель неупорядоченного твердого раствора. Привести примеры.

### Вопросы, формирующие дескриптор «владеть»

1. Особенности применения программного комплекса «Селектор» к моделированию геолого-геохимических процессов.
2. Постановка задачи: выбор зависимых и независимых параметров состояния системы.
3. Назвать все поля на диаграмме, количество фаз в каждой точке. Из произвольной точки рассказать последовательность кристаллизации и как работает правило рычага



4. Исходные данные: выбор независимых компонентов и химический состав системы, выбор фаз и зависимых компонентов.
5. Дана диаграмма полей устойчивости полиморфных разновидностей  $\text{SiO}_2$ . Укажите моновариантные кривые, точки эвтектики. Для выделенных точек рассчитайте степень свободы.



6. Источники и базы термодинамических данных (основные требования базам ТД). Ключевые и базисные термодинамические величины (простые вещества, элементы, окислы).
7. Зависимые и независимые параметры состояния систем как координаты диаграмм состояния.
8. Построение графиков и диаграмм по результатам моделирования. Работа с базами данных.
9. Построение корреляционной матрицы в программе MS Excel. Интерпретация полученных данных.
10. Расчет уравнения регрессии в программе MS Excel. Интерпретация полученных данных.

**Разработчики:**

в программе использованы методические разработки доцента кафедры геологии нефти и газа геологического факультета В.А. Бычинского



(подпись)

доцент  
(занимаемая должность)

А.В. Ощепкова  
(инициалы, фамилия)


Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 05.04.01 «Геология», программа подготовки «Геология нефти и газа».

Программа рассмотрена на заседании кафедры: полезных ископаемых, геохимии, минералогии и петрографии

« 11 » 03 2024 г.

Протокол № 8

Зав. кафедрой



С.А. Сасим

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