



## МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ФГБОУ ВО «ИГУ»

Кафедра геологии нефти и газа

УТВЕРЖДЕНО  
Декан геологического факультета  
С.П. Примина  
23 марта 2023 г.

### Рабочая программа дисциплины

Наименование дисциплины ЭЛК.ДВ.04.01 Методы физико-химического моделирования в нефтегазовой геологии

Специальность 21.05.02 Прикладная геология  
Специализация Геология месторождений нефти и газа  
Квалификация выпускника - Горный инженер-геолог  
Форма обучения заочная

Согласовано с УМК геологического факультета  
Протокол № 3 от «23» марта 2023 г.  
Председатель Летунов С.П.

Рекомендовано кафедрой:  
Протокол № 7  
От «07» марта 2023 г.  
Зав. кафедрой С.П. Примина

Иркутск 2023 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	8
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	11
4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)	11
V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	11
а) перечень литературы	11
б) периодические издания	12
в) список авторских методических разработок	12
г) базы данных, поисково-справочные и информационные системы	12
VI. Материально-техническое обеспечение дисциплины	13
6.1. Учебно-лабораторное оборудование:	13
6.2. Программное обеспечение:	13
6.3. Технические и электронные средства обучения:	13
VII. Образовательные технологии	14
VIII. Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации	14
VII.1 Программа оценивания контролируемой компетенции	14
VII.2 Текущий контроль успеваемости	17
VII.3. Промежуточная аттестация	20
VII.3.1. Оценка запланированных результатов по дисциплине	20
VII.3.3 Оценочные материалы, обеспечивающие диагностику сформированности компетенций (или индикаторов компетенций), заявленных в рабочей программе дисциплины	22

## **I. Цели и задачи дисциплины:**

### **Цели:**

Основная цель дисциплины – формирование научной картины мира студента, позволяющей взглянуть на геологические процессы с точки зрения термодинамики. Такой подход позволит точно формулировать задачи и цели исследования, что, в свою очередь, необходимо при использовании метода моделирования процессов в научно-исследовательской и производственной деятельности.

### **Задачи:**

- освоение теоретических основ геолого-геохимического метода анализа углеводородных систем;
- формирование навыков анализа и обработки геологической информации;
- обучение студента методам и приемам моделирования месторождений нефти и газа.

## **II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОПВО**

2.1. Учебная дисциплина ЭЛК.ДВ.04.01 Методы физико-химического моделирования в нефтегазовой геологии относится к элективным дисциплинам.

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

2.3. Знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной, необходимы для написания и защиты выпускной квалификационной работы.

## **III. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОПВО по программе специалитета 21.05.02 Прикладная геология:

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

<b>Компетенция</b>	<b>Индикаторы компетенций</b>	<b>Результаты обучения</b>
<p align="center"><b>ПК-2</b></p> <p><i>Способен самостоятельно или в составе производственного коллектива осуществлять сбор и анализ данных для составления отчетов по результатам выполненных научно-исследовательских работ или исследований</i></p>	<p align="center"><b>ИДК<sub>ПК-2.2</sub></b></p> <p><i>Осуществляет самостоятельно или в составе производственного коллектива сбор и анализ данных для подготовки геологических отчетов по результатам выполненных научно-исследовательских работ</i></p>	<p><b>Знать</b> правила постановки и проведения геолого-геохимических исследований</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- особенности интерпретации данных химического, минералогического, петрографического анализов;</li> </ul> <p><b>Уметь</b> обрабатывать полученные результаты, анализировать и осмысливать их с учётом имеющихся литературных данных;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- представлять итоги выполненной работы в виде отчётов, рефератов, статей, оформленных соответствующим образом.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b> навыками проведения эксперимента и методами обработки его результатов;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Способами обработки и интерпретации геологической информации, навыками сравнительного анализа</li> </ul>

#### IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

**Объем дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа,  
в том числе 0,05 зачетные единицы, 2 часа на зачет**

Из них реализуется с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий 14 часов

Из них 0 часов – практическая подготовка

**Форма промежуточной аттестации: зачет с оценкой**

**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	Раздел 1. Понятие о моделировании и моделях в геохимии.		22		1			21	Устный опрос
2	1.1. Основные положения химической термодинамики.		22		1			21	Устный опрос
3	Раздел 2. Статистические методы моделирования в геологии.		23			2		21	Устный опрос
4	Раздел 3. Моделирование различных геологических процессов.		22					21	Устный опрос
5	3.1. Моделирование процесса осадконакопления		26		1	4		21	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				Самостоятел ьная работа
6	3.2. Модели взаимодействия углеводов с водой, растворами и породами		26		1	4		21	Устный опрос
<b>Итого часов</b>			<b>140</b>		<b>4</b>	<b>10</b>		<b>126</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. Понятие о моделировании и моделях в геохимии.	Работа с литературными источниками	в течении семестра	21	Устный опрос	Указано в разделе V настоящей программы
	1.1. Основные положения химической термодинамики.	Работа с литературными источниками	в течении семестра	21	Устный опрос	Указано в разделе V настоящей программы
	Раздел 2. Статистические методы моделирования в геологии.	Работа с литературными источниками	в течении семестра	21	Устный опрос	Указано в разделе V настоящей программы
	Раздел 3. Моделирование различных геологических процессов.	Работа с литературными источниками	в течении семестра	21	Устный опрос	Указано в разделе V настоящей программы
	3.1. Моделирование процесса осадконакопления	Работа с литературными источниками	в течении семестра	21	Устный опрос	Указано в разделе V настоящей программы
	3.2. Модели взаимодействия углеводородов с водой, растворами и породами	Работа с литературными источниками	в течении семестра	21	Устный опрос	Указано в разделе V настоящей программы
Общая трудоемкость самостоятельной работы по дисциплине (час)				<b>126</b>		
<b>Из них объем самостоятельной работы с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (час)</b>						

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

#### **Раздел 1. Понятие о моделировании и моделях в геохимии.**

Основные понятия и определения. Практическое применение методов моделирования в геологии. Роль и значение математических методов в повышении эффективности геологоразведочных работ. История развития методов физико-химического моделирования. Физико-химическое моделирование и эксперимент. Методические и теоретические вопросы физико-химического моделирования в геохимии.

##### **1.1. 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. Правило фаз Гиббса. Стабильность фаз.

Минимизация энергии Гиббса. Открытые и закрытые системы по Д.С. Коржинскому. Принципы частичного равновесия.

#### **Раздел 2. Статистические методы моделирования 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.

Кластерный и факторный анализ. Корреляционные зависимости между двумя случайными величинами. Способы выявления и исследования корреляционных связей. Линейные и нелинейные уравнения регрессии.

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

#### **Раздел 3. Моделирование различных геологических процессов.**

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

Постановка задачи. Исходные данные. Источники, погрешность и согласованность термодинамической информации. Методы получения исходных термохимических данных. Расчет эмпирических коэффициентов уравнения теплоемкости.

##### **3.1. Моделирование процесса осадконакопления.**

Геохимические особенности осадочных пород. Обстановки выветривания. Диагенез. Элементные фациальные индикаторы. Петрохимические модули. Гидролизатный модуль. Алюмокремниевый модуль. Фемический модуль. Титановый модуль. Индекс химического выветривания. Использование генетических диаграмм. Тройная диаграмма А.Б. Ронова для глинистых отложений. Классификационная диаграмма для песчаников Ф. Петтиджона. Генетическая диаграмма диагностики фаций.

##### **3.2. Модели взаимодействия углеводородов с водой, растворами и породами**

Физико-химическая модель системы С – Н (жидкие углеводороды). Физико-химическая модель взаимодействия воды с доломитом (образование щелочного раствора). Физико-химическая модель процесса взаимодействия «вода-нефть».



### 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	Раздел 2	Использование статистических методов для обработки геологических данных. Расчет уравнения регрессии. Построение и интерпретация корреляционной матрицы.	2		устный опрос, зачет задания	ПК-2 ИДК <sub>ПК2.2</sub>
2	Раздел 5	Интерпретация составов осадочных пород. Расчет основных петрохимических генетических модулей. Расчет индекса химического выветривания (CIA)	4		устный опрос, зачет задания	ПК-2 ИДК <sub>ПК2.2</sub>
6	Раздел 6	Расчёт равновесного состава систем методом минимизации термодинамических потенциалов	4		устный опрос, зачет задания	ПК-2 ИДК <sub>ПК2.2</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	Предмет термодинамики. Математическое выражение законов термодинамики.	Конспект, реферат	ПК-2	ИДК <sub>ПК2.2</sub>
3	Открытые и закрытые системы по Д.С. Коржинскому. Принципы частичного равновесия и алгоритм расчета необратимой эволюции геохимических систем.	Конспект	ПК-2	ИДК <sub>ПК2.2</sub>
4	Расчет эмпирических коэффициентов уравнения теплоемкости	Реферат, презентация	ПК-2	ИДК <sub>ПК2.2</sub>
5	Многомерные статистические модели. Область применения многомерных статистических моделей в геологии. (основа метода, принципы расчета, область применения в геологии, примеры использования)	Реферат, презентация.	ПК-2	ИДК <sub>ПК2.2</sub>
6	Принцип стабильного, метастабильного, частичного равновесия, расчет необратимой эволюции геохимических систем.	Реферат.	ПК-2	ИДК <sub>ПК2.2</sub>
7	Физико-химическая модель растворения кремния щелочными растворами	Реферат.	ПК-2	ИДК <sub>ПК2.2</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?p11\\_id=76825](http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_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.gybkin.ru](http://www.gybkin.ru)

Научная библиотека МГУ – [www.lib.msm.su](http://www.lib.msm.su)

Электронная библиотека Московского государственного университета экономики, статистики и информатики (МГУЭСИ) – [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
5	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 аудиторные 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> Понятие о моделировании и моделях в геохимии.	<i>ИДК<sub>ПК2.2</sub></i> <i>Осуществляет самостоятельно или в составе</i>	<b>Знать:</b> понятие о моделировании и моделях в геохимии; <b>Уметь:</b> - искать исходную термодинамическую	Владеет материалом и терминологией по теме	Отвечает на устные вопросы из перечня вопросов текущей	<b>УО</b>	<b>З</b>

	<i>производственного коллектива сбор и анализ данных для подготовки геологических отчетов по результатам выполненных научно-исследовательских работ</i>	информацию для моделирования геологических систем <b>Владеть:</b> Базовыми навыками работы на ПК, поиска и анализа информации в сети Интернет		успеваемости		
<b>1.1.</b> Основные положения химической термодинамики	<i>ИДК<sub>ПК2.2</sub> Осуществляет самостоятельно или в составе производственного коллектива сбор и анализ данных для подготовки геологических отчетов по результатам выполненных научно-исследовательских работ</i>	<b>Знать:</b> Первый и второй законы термодинамики; правило фаз Гиббса <b>Уметь:</b> рассчитывать степень свободы в системе; Анализировать фазовые диаграммы, диаграммы состояния, бинарные диаграммы. <b>Владеть:</b> навыками анализа и интерпретации исходной геологической информации;	Владеет материалом и терминологией по теме	Отвечает на устные опросы из перечня вопросов текущей успеваемости	<b>УО</b> <b>Т</b>	<b>3</b>
<b>Раздел 2.</b> Статистические методы моделирования в геологии.	<i>ИДК<sub>ПК2.2</sub> Осуществляет самостоятельно или в составе производственного коллектива сбор и анализ данных для подготовки геологических отчетов по результатам выполненных научно-исследовательских работ</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 работы в MS Excel, использовать статистические функции для расчетов	Владеет материалом и терминологией по теме	Отвечает на устные опросы из перечня вопросов текущей успеваемости	<b>УО</b>	<b>3</b>
<b>Разд</b>	<i>ИДК<sub>ПК2.2</sub></i>	<b>Знать</b> принципы	Владеет	Отвечает на	<b>УО</b>	<b>3</b>

<p><b>3.</b> ел Моделирование различных геологических процессов.</p>	<p><i>Осуществляет самостоятельно или в составе производственного коллектива сбор и анализ данных для подготовки геологических отчетов по результатам выполненных научно-исследовательских работ</i></p>	<p>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>материалом и терминологией по теме</p>	<p>устные опросы из перечня вопросов текущей успеваемости</p>		
<p><b>3.1.</b> Моделирование процесса осадконакопления.</p>	<p><i>ИДК<sub>ПК2.2</sub> Осуществляет самостоятельно или в составе производственного коллектива сбор и анализ данных для подготовки геологических отчетов по результатам выполненных научно-исследовательских работ</i></p>	<p><b>Знать</b> о физико- химических процессах образования осадочных пород; <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>Владеет материалом и терминологией по теме</p>	<p>Отвечает на устные опросы из перечня вопросов текущей успеваемости</p>	<p><b>УО</b></p>	<p><b>3</b></p>
<p><b>3.2.</b> Модели взаимодействия углеводородов с водой, растворами и породами</p>	<p><i>ИДК<sub>ПК2.2</sub> Осуществляет самостоятельно или в составе производственного коллектива сбор и анализ данных для подготовки геологических отчетов по результатам выполненных научно-исследовательских работ</i></p>	<p><b>Знать:</b> о физико- химических процессах образования углеводородов; <b>Уметь</b> выбирать необходимые методы компьютерного моделирования,</p>	<p>Владеет материалом и терминологией по теме</p>	<p>Отвечает на устные опросы из перечня вопросов текущей успеваемости</p>	<p><b>УО</b></p>	<p><b>3</b></p>

	коллектива сбор и анализ данных для подготовки геологических отчетов по результатам выполненных научно- исследовател ьских работ	исходя из конкретных задач геологических исследований; <b>Владеть</b> навыками проведения эксперимента и методами обработки его результатов			
--	--	--	--	--	--

Принятые сокращения: УО – устный опрос, Т – тест, З – зачет

## 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.

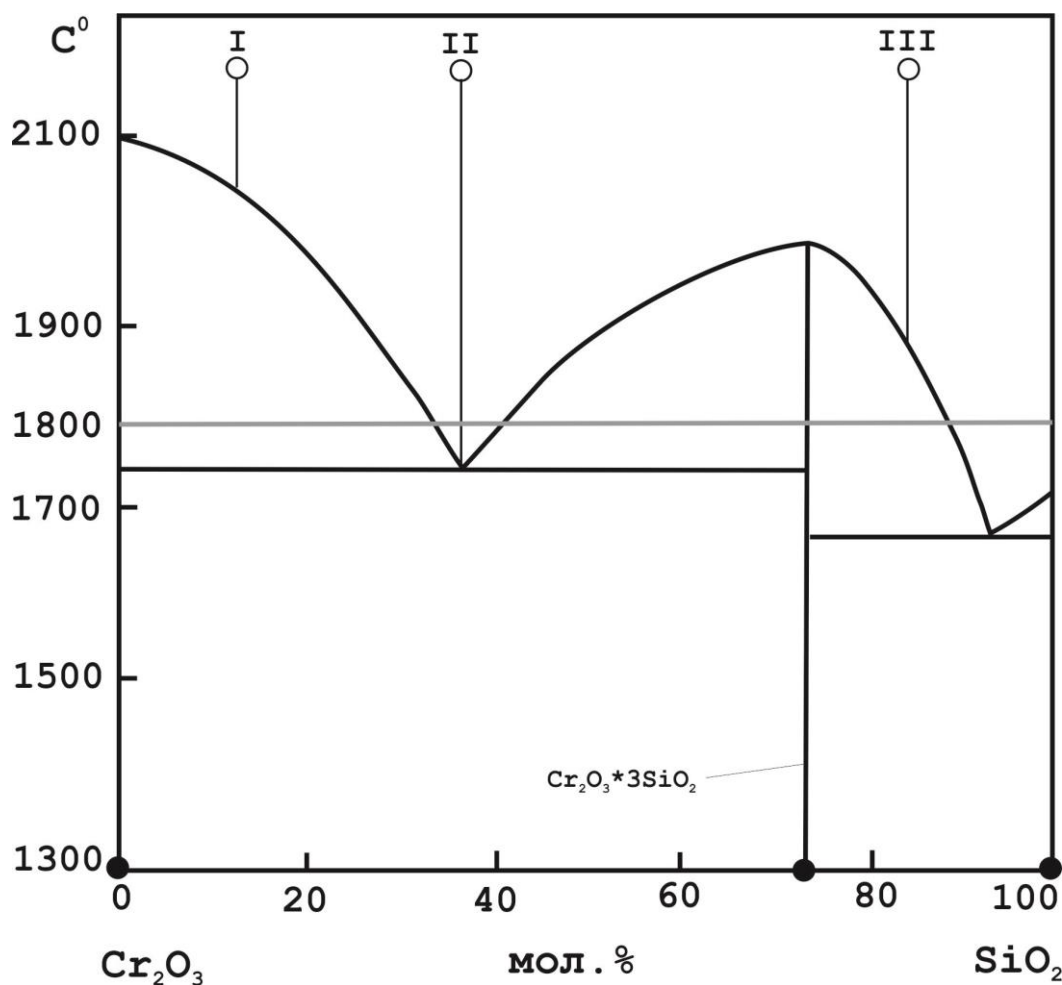
### Примерный список вопросов для устного опроса по теме 1

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. Термодинамическая система. Подразделения систем по числу компонентов, по числу фаз. Изолированные, закрытые, открытые системы.
6. Что такое фаза термодинамической системы?
7. Что такое компонент термодинамической системы?
8. Что такое параметры термодинамической системы?
9. Дать определение следующим понятиям: ликвидус, солидус.
10. Чему равна степень свободы системы в точке эвтектики?

### Пример задания для практической работы по теме 1

## Практическая работа 1 Интерпретация диаграмм плавления





1. Дать определение терминам: «ликвидус», «солидус», «субликвидус», «субсолидус», «эвтектика»
2. Подписать все области, линии или точки на фазовой диаграмме.
3. Описать изменение системы по точкам I- III (Интервал температур, состав и количество фаз – примеры в презентации и лекции)  
 Указать, какие фазы и в каком количестве присутствуют в системе при температуре 1800°C (использовать правило рычага).

### Критерии оценивания:

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

«хорошо» - студент хорошо понимает используемые термины, корректно подписаны области на диаграмме; есть ошибки в интерпретации последовательности изменения состояния системы.

«удовлетворительно» - дано определение терминам и подписаны области диаграммы;

«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)  $Mg(OH)_2$
- б)  $H_2SO_4$ ;
- в)  $NaAlSi_3O_8$ ;

2. Первое начало термодинамики может быть записано как:

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

3. При каких условиях протекают изотермические процессы:

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

4. Физически однородная часть системы или совокупность таких тождественных частей, которые ограничены поверхностями раздела и могут быть (в принципе) отделены от других частей системы механическими средствами называется

- а) независимый компонент
- б) зависимый компонент
- в) фаза

5. Система состоит из водного пара и жидкой воды. Сколько в системе фаз?

- а) 1
- б) 2
- в) 3

6. Термодинамические процессы, протекающие при постоянстве внешнего давления, называются:

- а) изотермические
- б) изобарные
- в) изохорные

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

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

8. Значения рН системы равное 1 обозначает, что в системе среда

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

9. Индекс химического выветривания CIA имеет вид:

- а)  $Al_2O_3/SiO_2$
- б)  $Al_2O_3/(SiO_2+TiO_2)$
- в)  $Al_2O_3/(Al_2O_3+CaO+Na_2O+K_2O)*100$

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

- а) С- углерод, Н-водород, О - кислород,
- б) соединения CH<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, 2б, 3б, 4в, 5б, 6б, 7б, 8а, 9в, 10а

### VII.3. Промежуточная аттестация

По дисциплине «Методы физико-химического моделирования в нефтегазовой геологии» предусмотрена промежуточная аттестация в форме зачета с оценкой.

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

Код компетенции	Код оцениваемого индикатора	Результаты обучения	Показатели
ПК-2 Способен самостоятельно или в составе производственного	<i>ИДК пк2.2 Осуществляет самостоятельно или в составе производственного</i>	Знает: основы термодинамики природных процессов.	Дает правильное определение понятиям «фаза», «зависимый компонент», «независимый

коллектива осуществлять сбор и анализ данных для составления отчетов по результатам выполненных научно-исследовательских работ или исследований	<i>коллектива сбор и анализ данных для подготовки геологических отчетов по результатам выполненных научно-исследовательских работ</i>	Умеет: выбирать необходимые методы компьютерного моделирования, исходя из конкретных задач геологических исследований	компонент», параметры системы; 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.

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

Зачет проходит в виде собеседования. Студент раскрывает основные понятия и термины, используемые в рамках курса, а также имеет возможность свободно порассуждать по предложенным темам и привести примеры из опыта. Примерный список тем представлен ниже.

#### **Критерии оценки:**

- оценка «отлично» выставляется студенту, если он в полном объеме отвечает на вопросы, 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 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 предложенных вопроса, 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. 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.

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

<b>№</b>	<b>Вид контроля</b>	<b>Контролируемые</b>	<b>Контролируемые</b>
----------	---------------------	-----------------------	-----------------------

		темы (разделы)	компетенции/ индикаторы
1	2	3	4
1	Зачет	Раздел 1-3	ПК-2, ИДК <sub>ПК-2.2</sub> ,
2	Текущий контроль	Раздел 1-3	ПК-2, ИДК <sub>ПК-2.2</sub> ,

### Примерный список вопросов к зачету:

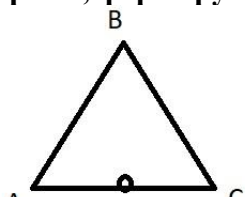
#### Примеры вопросов на оценку знаний

1. Основные этапы развития методов физико-химического моделирования
2. Термодинамическая система. Термодинамические системы: открытые, закрытые, изолированные. Привести примеры.
3. Первый закон термодинамики. Определение, физический смысл.
4. Дать определение терминам: фаза, зависимый компонент, независимый компонент.
5. Температура. Определение, единицы измерения. Какую температуру принято считать стандартной?

#### Примеры вопросов на оценку умений

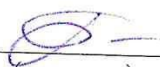
1. Единицы измерения концентрации вещества: ррh, ррт, ррm, ррb. Как соотносятся весовые проценты, ррт и г/г?
2. Рассчитайте содержание Ti в ильмените FeTiO<sub>3</sub> (атомный вес Fe – 56, Ti – 48, O – 16)
3. Как строятся классификационные диаграммы для осадочных пород?
4. Назовите последовательность расчета индекса выветривания CIA.
5. Правило фаз Гиббса. Степени свободы. Как рассчитываются? Какую степень свободы имеет система в точке эвтектики?

#### Вопросы, формирующие дескриптор «владеть»



1. А B C Какому содержанию компонентов соответствует выделенная точка на тройной диаграмме?
2. Петрохимические модули. Основные модули. Принцип расчета. Область применения.
3. 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.
4. Построение корреляционной матрицы в программе MS Excel. Интерпретация полученных данных.
5. Расчет уравнения регрессии в программе MS Excel. Интерпретация полученных данных.

**Разработчики:**

  
(подпись)

доцент  
(занимаемая должность)

В.А. Бычинский  
(инициалы, фамилия)

  
(подпись)

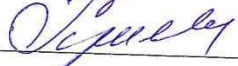
старший преподаватель  
(занимаемая должность)

А.В. Ощепкова  
(инициалы, фамилия)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО № 953 от 12.08.2020 по специальности 21.05.02 Прикладная геология и специализации «Геология месторождений нефти и газа».

Программа рассмотрена на заседании кафедры геологии нефти и газа

«07» марта 2023 г.

Протокол № 07\_ Зав. Кафедрой  Прими́на С.П.

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