



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФГБОУ ВО «ИГУ»

Кафедра геологии нефти и газа



УТВЕРЖДАЮ  
Декан геологического факультета  
С.П. Примина  
15 сентября 2022 г.

### Рабочая программа дисциплины

Наименование дисциплины Б1.В.ДВ.03.02 Моделирование геохимических и геологических процессов при изучении месторождений нефти и газа

Направление подготовки 05.04.01 Геология

Направленность (профиль) подготовки Геология нефти и газа

Квалификация выпускника - Магистр

Форма обучения- Очная, заочная

Согласовано с УМК геологического факультета

Протокол № 2

от «15» сентября 2022 г.

Председатель

Летунов С.П.

Рекомендовано кафедрой:

Протокол № 8

От «15» сентября 2022 г.

Зав. кафедрой

Примина С.П.

Иркутск 2022г.

## Содержание

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

## **I. Цели и задачи дисциплины:**

### **Цели:**

- обучить студента методам и приемам моделирования месторождений нефти и газа.
- 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 рудных объектов;
- освоение типовых геологических моделей разных формационных типов месторождений применительно к природным условиям их нахождения;
- изучение методов и приемов геологического и специального моделирования;
- определение физико-химической эволюции органического вещества в различных геодинамических обстановках и различным исходным составом.
- применение геологических моделей при прогнозировании, поисках и разведке месторождений различных типов полезных ископаемых.

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

2.1. Учебная дисциплина Б1.В.ДВ.03.02 Моделирование геохимических и геологических процессов при изучении месторождений нефти и газа 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».

### III. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

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

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
<b>ОПК-1</b> <i>Способен использовать теоретические основы специальных и новых разделов геологических наук при решении задач профессиональной деятельности;</i>	<b>ИДК<sub>ОПК1.2</sub></b> <i>Использует современные геологические концепции и новые подходы при решении задач профессиональной деятельности</i>	<p><b>Знать:</b> представления о механизмах эндогенных процессов минералообразования и рудообразования;</p> <p>- принципы постановки и проведения петрографических, петрологических и металлогенических исследований;</p> <p><b>Уметь:</b> выбирать необходимые методы компьютерного моделирования, исходя из конкретных задач геологических исследований;</p> <p><b>Владеть:</b> информацией о современных методах изучения геохимических систем.</p>
<b>ПК-1</b> <i>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.</i>	<b>ИДК<sub>ПК-1.1</sub></b> <i>Осуществляет сбор и структурирование поступающей промысловой информации</i>	<p><b>Знать</b> правила постановки и проведения геолого-геохимических исследований</p> <p><b>Уметь</b> обрабатывать полученные результаты, анализировать и осмысливать их с учётом имеющихся литературных данных;</p> <p>- представлять итоги выполненной работы в виде отчётов, рефератов, статей, оформленных соответствующим образом.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками проведения эксперимента и методами обработки его результатов</p>
	<b>ИДК<sub>ПК-1.2</sub></b> <i>Проводит обработку и интерпретацию геологических, геофизических и геохимических данных</i>	<p><b>Знать</b> принципы постановки и проведения геолого-геохимических исследований;</p> <p><b>Уметь</b> решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе методов равновесной термодинамики с</p>

		<p>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>
	<p><b>ИДК<sub>ПК-1.3</sub></b> Использует полученные результаты при решении научных, прикладных и производственных задач при поисках, разведке и разработке месторождений нефти и газа</p>	<p><b>Знать</b> о физико-химических процессах образования нефти и газа;</p> <p><b>Уметь</b> выбирать необходимые методы компьютерного моделирования, исходя из конкретных задач геологических исследований;</p> <p><b>Владеть</b> навыками проведения эксперимента и методами обработки его результатов</p>
<p><b>ПК-3</b> Способен самостоятельно или в составе коллектива выполнять комплекс исследований при изучении геологических процессов и месторождений нефти и газа.</p>	<p><b>ИДК<sub>ПК3.1</sub></b> Знает современные методы и методологию исследований, направленных на изучение геологических процессов и месторождений нефти и газа</p>	<p><b>Знать-</b> принципы и современные методы анализа и математической обработки петрологического и петрохимического материала с применением компьютерного моделирования.</p> <p><b>Уметь</b> 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><b>Владеть:</b> навыками обработки информации при помощи ПК</p>
	<p><b>ИДК<sub>ПК3.2</sub></b> Применяет необходимый комплекс исследований при организации и выполнении полного объёма научно-исследовательских, научно-производственных</p>	<p><b>Знать:</b> теоретические основы химической термодинамики,</p> <p>- химический состав основных пород и морской воды, принципы и области использования классических методов химического анализа. и</p>

	<p><i>работ или отдельных этапов</i></p>	<p>особенности результатов этих анализов.</p> <p><b>Уметь:</b> подготавливать физико-химические модели сложных природных систем выполнять термодинамические расчеты с помощью тестовых моделей по заданной методике</p> <p><b>Владеть:</b> навыками применения статистических методов при сопоставлении результатов расчетов с природными наблюдениями и экспериментальными данными</p>
--	--	---

#### IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

**Объем дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 часа,  
в том числе 0,05 зачетные единицы, 2 часа на зачет**

Из них реализуется с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий 0 часов

Из них 0 часов – 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	Раздел 1. Введение. Понятие о моделировании и моделях в геохимии.	3	11			6		5	Устный опрос
2	Раздел 2. Основные положения химической термодинамики.		11			6		5	Устный опрос
3	Раздел 3. Теоретические основы расчета физико-химических равновесий в сложных многофазных гетерогенных системах	3	12			6		6	Устный опрос
4	Раздел 4. Подготовка исходных	3	12			6		6	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		
	данных для расчета равновесного состава геохимических систем методом минимизации термодинамических потенциалов							
5	Раздел 5. Модели взаимодействия «углеводороды-вода»		12		6		6	Устный опрос
6	Раздел 6. Моделирование взаимодействия органического вещества с водными растворами щелочи		12		6		6	Устный опрос
<b>Итого часов</b>			<b>70</b>		<b>36</b>		<b>34</b>	

**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. Введение. Понятие о моделировании и моделях в геохимии.	Работа с литературными источниками	в течении семестра	5	Устный опрос	Указано в разделе V настоящей программы
	Раздел 2. Основные положения химической термодинамики.	Работа с литературными источниками	в течении семестра	5	Устный опрос	Указано в разделе V настоящей программы
	Раздел 3. Теоретические основы расчета физико-химических равновесий в сложных многофазных гетерогенных системах	Работа с литературными источниками	в течении семестра	6	Устный опрос	Указано в разделе V настоящей программы
	Раздел 4. Подготовка исходных данных для расчета равновесного состава геохимических систем методом минимизации термодинамических потенциалов	Работа с литературными источниками	в течении семестра	6	Устный опрос	Указано в разделе V настоящей программы
	Раздел 5. Модели взаимодействия «углеводороды-вода»	Работа с литературными источниками	в течении семестра	6	Устный опрос	Указано в разделе V настоящей программы
	Раздел 6. Моделирование взаимодействия органического вещества с водными растворами щелочи	Работа с литературными источниками	в течении семестра	6	Устный опрос	Указано в разделе V настоящей программы
Общая трудоемкость самостоятельной работы по дисциплине (час)						
<b>Из них объем самостоятельной работы с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (час)</b>				<b>34</b>		

## Содержание учебного материала

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

Основные понятия и определения.

**Раздел 2.** 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.

**Раздел 3.** 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.

Термодинамическая активность. Общие замечания и определения. Коэффициенты активности ионов. Методы расчета активности.

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

**Раздел 4.** 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.

**Раздел 5.** Модели взаимодействия «углеводороды-вода».

Постановка модели двухстадийного превращения нефти в газ. 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». Минимизация энергии Гельмгольца. Метастабильное равновесие. Равновесный процесс. Определение равновесного давления в зависимости от начальной температуры. Определение температуры и давления в углеводородных системах с химическими превращениями методом минимизации внутренней энергии.

**Раздел 6.** 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	практическая подготовка		
1	2	3	4	5	6	7
1	Раздел 1	Характеристика современных программных комплексов физико-химического моделирования. Методы расчёта значений	6		устный опрос, зачет задания	ОПК-1 ИДК <sub>ОПК-1.1</sub> ИДК <sub>ОПК-1.2</sub> ; ПК-1

		<p>термодинамических потенциалов при высоких температурах и давлениях. Методы и способы моделирования прикладных геохимических задач.</p> <p>Примеры исследования с помощью термодинамических моделей физико-химических явлений</p>				<p>ИДК<sub>ПК-1.1</sub>; ИДК<sub>ПК-1.2</sub>; ИДК<sub>ПК-1.3</sub>; ПК-3 ИДК<sub>ПК-3.1</sub> ИДК<sub>ПК-3.2</sub></p>
2	Раздел 2	<p>Общие сведения о законах термодинамики.</p> <p>Основные соотношения термодинамических величин.</p> <p>Примеры пересчета исходных данных в разных единицах измерения.</p>	6		устный опрос, зачет задания	<p>ОПК-1 ИДК<sub>ОПК-1.1</sub> ИДК<sub>ОПК-1.2</sub>; ПК-1 ИДК<sub>ПК-1.1</sub>; ИДК<sub>ПК-1.2</sub>; ИДК<sub>ПК-1.3</sub>; ПК-3 ИДК<sub>ПК-3.1</sub> ИДК<sub>ПК-3.2</sub></p>
3	Раздел 3	<p>Принципы частичного равновесия и алгоритм расчета необратимой эволюции геохимических систем.</p>	6		устный опрос, зачет задания	<p>ОПК-1 ИДК<sub>ОПК-1.1</sub> ИДК<sub>ОПК-1.2</sub>; ПК-1 ИДК<sub>ПК-1.1</sub>; ИДК<sub>ПК-1.2</sub>; ИДК<sub>ПК-1.3</sub>; ПК-3 ИДК<sub>ПК-3.1</sub> ИДК<sub>ПК-3.2</sub></p>
4	Раздел 4	<p>Работа с базами данных исходных термодинамических величин.</p> <p>Расчет уравнения теплоемкости.</p>	6		устный опрос, зачет задания	<p>ОПК-1 ИДК<sub>ОПК-1.1</sub> ИДК<sub>ОПК-1.2</sub>; ПК-1 ИДК<sub>ПК-1.1</sub>; ИДК<sub>ПК-1.2</sub>; ИДК<sub>ПК-1.3</sub>; ПК-3 ИДК<sub>ПК-3.1</sub> ИДК<sub>ПК-3.2</sub></p>
5	Раздел 5	<p>Сведения о программном комплексе «Селектор».</p> <p>Расчёт равновесного состава систем методом минимизации термодинамических потенциалов</p>	6		устный опрос, зачет задания	<p>ОПК-1 ИДК<sub>ОПК-1.1</sub> ИДК<sub>ОПК-1.2</sub>; ПК-1 ИДК<sub>ПК-1.1</sub>; ИДК<sub>ПК-1.2</sub>; ИДК<sub>ПК-1.3</sub>; ПК-3 ИДК<sub>ПК-3.1</sub> ИДК<sub>ПК-3.2</sub></p>
6	Раздел 6	<p>Расчёт равновесного состава систем методом минимизации термодинамических потенциалов</p>	6		устный опрос, зачет задания	<p>ОПК-1 ИДК<sub>ОПК-1.1</sub> ИДК<sub>ОПК-1.2</sub>; ПК-1 ИДК<sub>ПК-1.1</sub>; ИДК<sub>ПК-1.2</sub>; ИДК<sub>ПК-1.3</sub>;</p>

						ПК-3 ИДК <sub>ПК-3.1</sub> ИДК <sub>ПК-3.2</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	ОПК-1 ПК-1 ПК-3	ИДК <sub>ОПК-1.1</sub> ИДК <sub>ОПК-1.2</sub> ; ИДК <sub>ПК-1.1</sub> ; ИДК <sub>ПК-1.2</sub> ; ИДК <sub>ПК-1.3</sub> ; ИДК <sub>ПК-3.1</sub> ИДК <sub>ПК-3.2</sub>
2	Тепловая теорема Нернста. Применение тепловой теоремы Нернста к реакциям между конденсированными реагентами.	Конспект.	ОПК-1 ПК-1 ПК-3	ИДК <sub>ОПК-1.1</sub> ИДК <sub>ОПК-1.2</sub> ; ИДК <sub>ПК-1.1</sub> ; ИДК <sub>ПК-1.2</sub> ; ИДК <sub>ПК-1.3</sub> ; ИДК <sub>ПК-3.1</sub> ИДК <sub>ПК-3.2</sub>
3	Открытые и закрытые системы по Д.С. Коржинскому. Принципы частичного равновесия и алгоритм расчета необратимой эволюции геохимических систем.	Конспект	ОПК-1 ПК-1 ПК-3	ИДК <sub>ОПК-1.1</sub> ИДК <sub>ОПК-1.2</sub> ; ИДК <sub>ПК-1.1</sub> ; ИДК <sub>ПК-1.2</sub> ; ИДК <sub>ПК-1.3</sub> ; ИДК <sub>ПК-3.1</sub> ИДК <sub>ПК-3.2</sub>
4	Расчет эмпирических коэффициентов уравнения теплоемкости	Реферат, презентация	ОПК-1 ПК-1 ПК-3	ИДК <sub>ОПК-1.1</sub> ИДК <sub>ОПК-1.2</sub> ; ИДК <sub>ПК-1.1</sub> ; ИДК <sub>ПК-1.2</sub> ; ИДК <sub>ПК-1.3</sub> ; ИДК <sub>ПК-3.1</sub> ИДК <sub>ПК-3.2</sub>
5	Минимизация энергии Гельмгольца. Метастабильное равновесие. Равновесный процесс. Определение равновесного давления в зависимости от начальной температуры.	Реферат, презентация.	ОПК-1 ПК-1 ПК-3	ИДК <sub>ОПК-1.1</sub> ИДК <sub>ОПК-1.2</sub> ; ИДК <sub>ПК-1.1</sub> ; ИДК <sub>ПК-1.2</sub> ; ИДК <sub>ПК-1.3</sub> ; ИДК <sub>ПК-3.1</sub> ИДК <sub>ПК-3.2</sub>
6	Физико-химическая модель растворения	Реферат.	ОПК-1 ПК-1 ПК-3	ИДК <sub>ОПК-1.1</sub> ИДК <sub>ОПК-1.2</sub> ; ИДК <sub>ПК-1.1</sub> ;

	кремния щелочными растворами			ИДК <sub>ПК-1.2</sub> ; ИДК <sub>ПК-1.3</sub> ; ИДК <sub>ПК-3.1</sub> ИДК <sub>ПК-3.2</sub>
--	------------------------------	--	--	--

## 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. Чудненко, К.В. Термодинамическое моделирование в геохимии: теория, алгоритмы, программное обеспечение, приложения; ред. В. Н. Шарапов ; Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Ин-т геогр. - Новосибирск : Гео, 2010. - 287 с.
2. Авченко О.В., Чудненко К.В., Александров И.А. Основы физико-химического моделирования минеральных систем / М.: Наука, 2009. – 229 с.
3. Шмидт Ф.К. И.В. Расина Основы моделирования и оптимизации физико-химических процессов: учеб. пособие / Иркутский гос. ун-т, Сибирская акад. права, эконом. и упр. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2012. - 359 с.
4. Френкель Д., Смит Б. Принципы компьютерного моделирования молекулярных систем. От алгоритмов к приложениям / М. : Науч. мир, 2013. - 559 с.

### б) дополнительная литература

1. Каганович Б.М. Технология термодинамического моделирования. Редукция моделей движения к моделям покоя /Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Ин-т систем энергетики им. Л. А. Мелентьева . - Новосибирск : Наука, 2010. - 236 с.
2. Зубков В.С. Термодинамическое моделирование системы С-Н-N-O-S в РТ-условиях верхней мантии / Иркутский гос. ун-т . - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2005. - 179 с.
3. 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.
4. 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](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 (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

## 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](http://educa.isu.ru)

В рамках дисциплины предусмотрено участие в видеоконференциях, проводимых научными институтами. Ссылки на проводимые мероприятия обновляются в электронной среде [educa.isu.ru](http://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**

Индекс и наименование компетенции и ИДК	Признаки проявления компетенции/дескриптора (ов) в соответствии с уровнем формирования в процессе освоения дисциплины
<p align="center"><b>ОПК-1</b></p> <p><i>Способен использовать теоретические основы специальных и новых разделов геологических наук при решении задач профессиональной деятельности;</i></p> <p align="center"><b>ИДК ОПК1.1.</b></p> <p><i>Ориентируется в современных геологических концепциях и имеет представление о новых фундаментальных направлениях геологических наук</i></p> <p align="center"><b>ИДК ОПК1.2</b></p> <p><i>Использует современные геологические концепции и новые подходы при решении задач профессиональной деятельности</i></p>	<p><b><u>Базовый уровень:</u></b></p> <p><b>Знает</b> механизмы эндогенных процессов минералообразования и рудообразования; принципы постановки и проведения петрографических, петрологических и металлогенических исследований;</p> <p><b>Умеет</b> выбирать необходимые методы компьютерного моделирования, исходя из конкретных задач геологических исследований;</p> <p><b>Владеет</b> терминологией курса; информацией о современных методах геохимии.</p> <p><b><u>Повышенный уровень:</u></b></p> <p><b>Знать:</b> теоретические основы физической химии</p> <p><b>Уметь:</b> формулировать и решать геологические задачи методами физико-химического моделирования.</p> <p><b>Умеет</b> формулировать и решать геологические задачи методами физико-химического моделирования.</p> <p><b>Владеет</b> навыками извлечения информации из научной литературы по различным аспектам геологии и геохимии.</p>
<p align="center"><b>ПК-1</b></p> <p><i>Способен собирать, анализировать и систематизировать фактическую геологическую информацию и материал, осуществлять интерпретацию геологических, геофизических и геохимических данных при</i></p>	<p><b><u>Базовый уровень:</u></b></p> <p><b>Знает</b> физико-химические условия протекания геологических процессов; основы термодинамики</p> <p><b>Умеет</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; формулировать цели и задачи для моделирования различных процессов;</p>

<p>решении научных, прикладных и производственных задач при поисках, разведке и разработке месторождений нефти и газа.</p> <p><b>ИДК<sub>ПК-1.1</sub></b> Осуществляет сбор и структурирование поступающей промысловой информации</p> <p><b>ИДК<sub>ПК-1.2</sub></b> Проводит обработку и интерпретацию геологических, геофизических и геохимических данных</p> <p><b>ИДК<sub>ПК-1.3</sub></b> Использует полученные результаты при решении научных, прикладных и производственных задач при поисках, разведке и разработке месторождений нефти и газа</p>	<p><b>Владеет</b> навыками поиска информации в сети Интернет и библиотеках;</p> <p><b><u>Повышенный уровень:</u></b></p> <p><b>Знает</b> принципы и методы анализа и математической обработки петрологического и петрохимического материала с применением компьютерного моделирования</p> <p><b>Умеет</b> осуществлять сбор и обработку исходной информации для создания модели геологического процесса; создавать термодинамические модели заданного геологического процесса; выбирать необходимые методы компьютерного моделирования, исходя из конкретных задач геологических исследований;</p> <p><b>Владеет</b> методиками подготовки данных для компьютерного моделирования; навыками научной работы; навыками проведения эксперимента и методами обработки его результатов</p>
<p><b>ПК-3</b> Способен самостоятельно или в составе коллектива выполнять комплекс исследований при изучении геологических процессов и месторождений нефти и газа.</p> <p><b>ИДК<sub>ПК-3.1</sub></b> Знает современные методы и методологию исследований, направленных на изучение геологических процессов и месторождений нефти и газа</p> <p><b>ИДК<sub>ПК-3.2</sub></b> Применяет необходимый комплекс исследований при организации и выполнении полного объёма научно-исследовательских, научно-производственных работ или отдельных этапов</p>	<p><b><u>Базовый уровень:</u></b></p> <p><b>Знает</b> принципы проведения петрографических, петрологических и металлогенических исследований.</p> <p><b>Умеет</b> планировать, проводить, анализировать, обрабатывать экспериментальные исследования с интерпретацией полученных результатов на основе современных методов компьютерных технологий.</p> <p><b>Владеет</b> навыками обработки информации при помощи ПК</p> <p><b><u>Повышенный уровень:</u></b></p> <p><b>Знает</b> Компьютерное моделирование геохимических полей</p> <p><b>Умеет</b> Моделировать структуру геохимического поля. Моделирования структуры аномальных геохимических полей представлять итоги выполненной работы в виде отчётов, рефератов, статей, оформленных соответствующим образом. обрабатывать полученные результаты, анализировать и осмысливать их с учётом имеющихся литературных данных;</p> <p><b>Владеет</b> навыками обработки информации при помощи ПК</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 ОПК-1, ПК-1 и ПК-3 у обучающихся.

Примерный список вопросов для собеседования:

1. Термодинамическая система.
2. Подразделения систем по числу компонентов, по числу фаз. Изолированные, закрытые, открытые системы.
3. Что такое фаза термодинамической системы?
4. Что такое компонент термодинамической системы?
5. Что такое параметры термодинамической системы?

**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	1-6	ОПК-1 ИДК <sub>ОПК-1.1</sub> ; ИДК <sub>ОПК-1.2</sub> ; ПК-1, ИДК <sub>ПК-1.1</sub> ; ИДК <sub>ПК-1.2</sub> ; ИДК <sub>ПК-1.3</sub> ; ПК-3 ИДК <sub>ПК-3.1</sub> , ИДК <sub>ПК-3.2</sub>

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. Обратные физико-химические задачи.
6. Особенности применения программного комплекса «Селектор» к моделированию геолого-геохимических процессов.
7. Методология построения модели и определение задач моделирования.
8. Постановка задачи: выбор зависимых и независимых параметров состояния системы, тип модели: система, мегасистема, реактор.
9. Метастабильное равновесие.
10. Выбор минимизируемого термодинамического потенциала.
11. Исходные данные: выбор независимых компонентов и химический состав системы, выбор фаз и зависимых компонентов.
12. Моделирование этапов необратимой эволюции геохимических систем.
13. Причины, по которым приходится значительно увеличивать список индивидуальных веществ (зависимых компонентов в смысле Дж.Гиббса) в исходной мультисистеме.
14. Новые возможности решения задач, связанных с взаимодействием «вода-порода» в гидротермальных системах.
15. Методы термодинамической обработки экспериментальных данных в геохимии и петрологии (расчет по второму и третьему законам термодинамики).
16. Критический анализ и оптимальное согласование термодинамических свойств индивидуальных веществ.

17. Свободная энергия по Гиббсу, методы расчета значений термодинамических потенциалов в условиях высоких температур, формы представления зависимости теплоемкости от температуры.
18. Способы расчёта, согласования и обработки термодинамической информации.
19. Источники и базы термодинамических данных (основные требования базам ТД). Ключевые и базисные термодинамические величины (простые вещества, элементы, окислы).
20. Значение химических потенциалов независимых компонентов в интерпретации результатов моделирования.
21. Степень протекания процесса как характеристика относительного времени взаимодействия подсистем.
22. Зависимые и независимые параметры состояния систем как координаты диаграмм состояния.
23. Построение графиков и диаграмм по результатам моделирования. Работа с базами данных.

Разработчики:



доцент

В.А. Бычинский



старший преподаватель

А.В. Ошпенкова

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учетом рекомендаций ПООП по направлению 05.04.01 Геология направленность подготовки «Геология нефти и газа».

Программа рассмотрена на заседании кафедры геологии нефти и газа

Протокол № 8

«15» 04 2021 г.

Зав. Кафедрой

 С.П. Примина

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