



## 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» апреля 2022 г.

### Рабочая программа 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 № 2 от «22» апреля 2022 г.  
Председатель  
Летунов С.П. *Летунов*

Рекомендовано кафедрой:  
Протокол № 8  
От «15» апреля 2022 г.  
Зав. кафедрой *С.П. Примина*  
С.П. Примина

Иркутск 2022 г.

## 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 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 рудных объектов;
- 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 различных типов полезных ископаемых.

## **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. Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной: «Новые технологии при разведке и добыче 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 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-1</b></p> <p align="center"><i>Способен осуществлять сбор, анализ, интерпретацию, систематизацию и обобщение геолого-геофизической, геохимической и промысловой информации</i></p>	<p align="center"><b>ИДК<sub>ПК-1.1</sub></b></p> <p align="center"><i>Осуществляет сбор и структурирование поступающей промысловой информации</i></p>	<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>
<p align="center"><b>ПК-4</b></p> <p align="center"><i>Способен разработать мероприятия по оптимизации добычи углеводородного сырья, формировать предложения по внедрению передовых технологий в работе оборудования скважины</i></p>	<p align="center"><b>ИДК<sub>ПК-4.1</sub></b></p> <p align="center"><i>Понимает принципы оптимизации технологических процессов при разработке 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.</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 align="center"><b>ИДК-ПК4.2</b></p> <p align="center"><i>Разрабатывает мероприятия по оптимизации добычи углеводородного сырья</i></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>

#### IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

**Объем дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа,  
в том числе 0,1 зачетные единицы, 5 часов 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.	5	21			1		20	Устный опрос
2	Раздел 2. Основные положения химической термодинамики.		23		2	1		20	Устный опрос
3	Раздел 3. Теоретические основы расчета физико-химических равновесий в сложных многофазных гетерогенных системах	5	22			2		20	Устный опрос
4	Раздел 4. Подготовка исходных	5	24		2	2		20	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»		22			2		20	Устный опрос
6	Раздел 6. Моделирование взаимодействия органического вещества с водными растворами щелочи		27			2		25	Устный опрос
<b>Итого часов</b>			<b>139</b>		<b>4</b>	<b>10</b>		<b>125</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	20	Устный опрос	Указано в разделе V настоящей программы
	Раздел 2. Основные положения химической термодинамики.	Работа с литературными источниками	в течении семестра	20	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	20	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	20	Устный опрос	Указано в разделе V настоящей программы
	Раздел 5. Модели взаимодействия «углеводороды-вода»	Работа с литературными источниками	в течении семестра	20	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	25	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>125</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 органических 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 термодинамических потенциалов	1		устный опрос, зачет задания	ПК-1 ИДК <sub>ПК-1.1</sub> ; ПК-4 ИДК <sub>ПК-4.1</sub> ИДК <sub>ПК-4.2</sub>



		при высоких температурах и давлениях. Методы и способы моделирования прикладных геохимических задач. Примеры исследования с помощью термодинамических моделей физико-химических явлений				
2	Раздел 2	Общие сведения о законах термодинамики. Основные соотношения термодинамических величин. Примеры пересчета исходных данных в разных единицах измерения.	1		устный опрос, зачет задания	ПК-1 ИДК <sub>ПК-1.1</sub> ; ПК-4 ИДК <sub>ПК-4.1</sub> ИДК <sub>ПК-4.2</sub>
3	Раздел 3	Принципы частичного равновесия и алгоритм расчета необратимой эволюции геохимических систем.	2		устный опрос, зачет задания	ПК-1 ИДК <sub>ПК-1.1</sub> ; ПК-4 ИДК <sub>ПК-4.1</sub> ИДК <sub>ПК-4.2</sub>
4	Раздел 4	Работа с базами данных исходных термодинамических величин. Расчет уравнения теплоемкости.	2		устный опрос, зачет задания	ПК-1 ИДК <sub>ПК-1.1</sub> ; ПК-4 ИДК <sub>ПК-4.1</sub> ИДК <sub>ПК-4.2</sub>
5	Раздел 5	Сведения о программном комплексе «Селектор». Расчёт равновесного состава систем методом минимизации термодинамических потенциалов	2		устный опрос, зачет задания	ПК-1 ИДК <sub>ПК-1.1</sub> ; ПК-4 ИДК <sub>ПК-4.1</sub> ИДК <sub>ПК-4.2</sub>
6	Раздел 6	Расчёт равновесного состава систем методом минимизации термодинамических потенциалов	2		устный опрос, зачет задания	ПК-1 ИДК <sub>ПК-1.1</sub> ; ПК-4 ИДК <sub>ПК-4.1</sub> ИДК <sub>ПК-4.2</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-1 ПК-4	ИДК <sub>ПК-1.1</sub> ; ИДК <sub>ПК-4.1</sub> ИДК <sub>ПК-4.2</sub>
2	Тепловая теорема Нернста. Применение тепловой теоремы Нернста к реакциям между конденсированными	Конспект.	ПК-1 ПК-4	ИДК <sub>ПК-1.1</sub> ; ИДК <sub>ПК-4.1</sub> ИДК <sub>ПК-4.2</sub>

	реагентами.			
3	Открытые и закрытые системы по Д.С. Коржинскому. Принципы частичного равновесия и алгоритм расчета необратимой эволюции геохимических систем.	Конспект	ПК-1 ПК-4	ИДК <sub>ПК-1.1</sub> ; ИДК <sub>ПК-4.1</sub> ИДК <sub>ПК-4.2</sub>
4	Расчет эмпирических коэффициентов уравнения теплоемкости	Реферат, презентация	ПК-1 ПК-4	ИДК <sub>ПК-1.1</sub> ; ИДК <sub>ПК-4.1</sub> ИДК <sub>ПК-4.2</sub>
5	Минимизация энергии Гельмгольца. Метастабильное равновесие. Равновесный процесс. Определение равновесного давления в зависимости от начальной температуры.	Реферат, презентация.	ПК-1 ПК-4	ИДК <sub>ПК-1.1</sub> ; ИДК <sub>ПК-4.1</sub> ИДК <sub>ПК-4.2</sub>
6	Физико-химическая модель растворения кремния щелочными растворами	Реферат.	ПК-1 ПК-4	ИДК <sub>ПК-1.1</sub> ; ИДК <sub>ПК-4.1</sub> ИДК <sub>ПК-4.2</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 (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

### 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

Индекс и наименование компетенции и ИДК	Признаки проявления компетенции/дескриптора (ов) в соответствии с уровнем формирования в процессе освоения дисциплины
<p style="text-align: center;"><b>ПК-1</b></p> <p style="text-align: center;"><i>Способен осуществлять сбор, анализ, интерпретацию, систематизацию и обобщение геолого-геофизической, геохимической и промысловой информации</i></p> <p style="text-align: center;"><b>ИДК<sub>ПК-1.1</sub></b></p> <p style="text-align: center;"><i>Осуществляет сбор и структурирование поступающей промысловой информации</i></p>	<p><b><u>Базовый уровень:</u></b></p> <p><b><i>Знает</i></b> физико-химические условия протекания геологических процессов; основы термодинамики</p> <p><b><i>Умеет</i></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><b><i>Владеет</i></b> навыками поиска информации в сети Интернет и библиотеках;</p> <p><b><u>Повышенный уровень:</u></b></p> <p><b><i>Знает</i></b> принципы и методы анализа и математической обработки петрологического и петрохимического материала с применением компьютерного моделирования</p> <p><b><i>Умеет</i></b></p>

	<p>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; <b>Владеет</b> методиками подготовки данных для компьютерного моделирования; навыками научной работы навыками проведения эксперимента и методами обработки его результатов</p>
<p><b>ПК-4</b> <i>Способен разработать мероприятия по оптимизации добычи углеводородного сырья, формировать предложения по внедрению передовых технологий в работе оборудования скважины</i></p> <p><b>ИДК ПК-4.1</b> <i>Понимает принципы оптимизации технологических процессов при разработке месторождений нефти и газа</i></p> <p><b>ИДК ПК4.2</b> <i>Разрабатывает мероприятия по оптимизации добычи углеводородного сырья</i></p>	<p><b>Базовый уровень:</b> <u>Знать:</u> принципы проведения петрографических, петрологических и металлогенических исследований. <u>Уметь:</u> планировать, проводить, анализировать, обрабатывать экспериментальные исследования с интерпретацией полученных результатов на основе современных методов компьютерных технологий. <b>Владеть:</b> навыками обработки информации при помощи ПК</p> <p><b>Повышенный уровень:</b> <u>Знать:</u> Компьютерное моделирование геохимических полей <u>Уметь:</u> 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>

**Оценочные материалы текущего контроля формируются в соответствии с ЛНА университета**

Оценочные материалы по данной дисциплине представлены в виде списка вопросов для собеседования, которые помогают выявить сформированность профессиональных компетенций ПК-1 и ПК-4 у обучающихся.

**Демонстрационный вариант теста №1**

1. Растворимость газа в жидкости повышается при:

- а) повышении температуры,
- б) понижении температуры,
- в) понижении давления,
- г) добавлении электролита

2. Из числа предложенных соединений укажите кислоту:

- а)  $K_3[Fe(CN)_6]$ ;
- б)  $H_4[Fe(CN)_6]$ ;

- в)  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2](\text{OH})_2$ ;
- г)  $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}$ .

3. Величина температуры замерзания раствора зависит:

- а) от температуры замерзания растворителя,
- б) от осмотического давления раствора,
- в) от давления насыщенного пара растворителя над раствором,
- г) от концентрации растворенного вещества.

4. Первое начало термодинамики, записанное с использованием работы системы «А» и теплоты процесса «Q», имеет вид:

- а)  $Q = \Delta U - A$ ,
- б)  $Q = \Delta U + A$ ,
- в)  $\Delta U = Q + A$ ,
- г)  $\Delta U = Q - A$ ,
- д)  $A = \Delta U + Q$ .

5. Математическое выражение второго начала термодинамики:

- а)  $\Delta S > 0$ ,
- б)  $S = \Delta H / T$ ,
- в)  $\Delta S = Q / T$ ,
- г)  $dS \geq \delta Q / T$ ,
- д)  $dS = \delta Q / T$ .

6. Какими термодинамическими функциями характеризуются изобарные процессы:

- а) внутренняя энергия,
- б) свободная энергия Гиббса,
- в) свободная энергия Гельмгольца.

7. Энтропия это:

- а) количественная мера неупорядоченности системы,
- б) вероятность состояния системы,
- в) теплосодержание системы.

8. При каких условиях протекают изохорные процессы:

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

9. Какую температуру принято считать стандартной?

- а)  $0^\circ\text{C}$ ;
- б)  $273^\circ\text{K}$ ;
- в)  $296^\circ\text{K}$ .

10. Процесс поглощения тепла в химической реакции называют:

- а) экзотермическим,
- б) эндотермическим.

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

- а) колориметр,
- б) калориметр.

- в) калорифер,
- г) ваттметр.

12. На что расходуется теплота, подведенная к термодинамической системе?

- а) на изменение внутренней энергии системы,
- б) на совершение работы против действия внешних сил,
- в) на совершение работы и изменение внутренней энергии системы.

13. Третьему закону термодинамики подчиняются:

- а) газы,
- б) жидкости,
- в) растворы,
- г) твердые тела.
- д) стеклообразные фазы,
- е) Газы, жидкости, растворы, твердые тела, стеклообразные фазы.

14. Правило фаз Гиббса:

- а)  $K=C+2-\Phi$ ,
- б)  $C=K+2-\Phi$ .
- в)  $\Phi=K+2-C$ ,
- г)  $K=C+2+\Phi$ .

15. Однофазные системы имеют степень свободы равную:

- а) 1,
- б) 2.
- в) 3,
- г) 4.

16. Двухфазные системы имеют степень свободы равную:

- а) 1.
- б) 2,
- в) 3,
- г) 4.

17. К какому типу термодинамических систем относится живой организм:

- а) открытая.
- б) закрытая,
- в) изолированная,
- г) гомогенная.

*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	ПК-1, ИДК <sub>ПК-1.1</sub> ; ПК-4 ИДК <sub>ПК-4.1</sub> ИДК <sub>ПК-4.2</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:**

  
(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  
«15» апреля 2022 г.

Протокол № 8 Зав. Кафедрой  С.П. Прими́на

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