



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФГБОУ ВО «ИГУ»

Кафедра полезных ископаемых, геохимии, минералогии и петрографии

УТВЕРЖДАЮ

Декан геологического факультета

 С.П. Прими́на

«27» марта 2025 г.



Рабочая программа дисциплины

Наименование дисциплины Б1.В.ДВ.03.01 Исследования геологических процессов и систем методами компьютерного моделирования

Направление подготовки 05.04.01 Геология

Направленность (профиль) подготовки Геология и месторождения полезных ископаемых

Квалификация выпускника - магистр

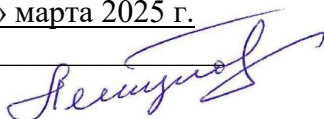
Форма обучения очно, заочная

Согласовано с УМК геологического
факультета

Протокол № 4 от «27» марта 2025 г.

Председатель _____

Летунов С.П.



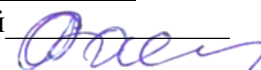
Рекомендовано кафедрой:

Протокол № 6_

От «13» марта 2025 г.

Зав. кафедрой _____

С.А. Сасим



Иркутск 2025 г.

Содержание

	стр.
1. Цели и задачи дисциплины	3
2. Место дисциплины в структуре ОПОП.	3
3. Требования к результатам освоения дисциплины	3
4. Содержание и структура дисциплины	6
4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов	6
4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	7
4.3 Содержание учебного материала	8
4.3.1 Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ	9
4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение в рамках самостоятельной работы студентов	10
4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов	10
4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)	10
V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	10
а) основная литература	10
б) периодические издания	11
в) список авторских методических разработок	11
г) базы данных, поисково-справочные и информационные системы	11
VI. Материально-техническое обеспечение дисциплины	11
6.1. Учебно-лабораторное оборудование:	11
6.2. Программное обеспечение:	12
6.3. Технические и электронные средства обучения:	12
VII. Образовательные технологии	12
VIII. Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации	13
VII.1 Программа оценивания контролируемой компетенции	13
VII.2 Текущий контроль успеваемости	16
VII.3. Промежуточная аттестация	18
VII.3.1. Оценка запланированных результатов по дисциплине	19
VII.3.3 Оценочные материалы, обеспечивающие диагностику сформированности компетенций (или индикаторов компетенций), заявленных в рабочей программе дисциплины	21

I. Цели и задачи дисциплины:

Цели:

Основная цель дисциплины – подготовка специалистов для решения геологических задач при помощи методов моделирования. Изучение дисциплины способствует формированию 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;
- анализ геологической информации, проверка статистических гипотез, интерпретация результатов и формулировка выводов
- формирование навыков анализа и обработки геологической информации;
- обучение студента методам и приемам моделирования месторождений полезных ископаемых;
- освоение типовых геологических моделей разных формационных типов месторождений применительно к природным условиям их нахождения.

II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОПВО

2.1. Учебная дисциплина Б1.В.ДВ.03.01 Исследования геологических процессов и систем методами компьютерного моделирования 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. 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 данному направлению подготовки 05.04.01 Геология:

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

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
ПК-1 <i>Способен собирать, анализировать и систематизировать фактическую геологическую информацию и материал, осуществлять интерпретацию геологических, геофизических и</i>	ИДКПК-1.1 <i>Осуществляет сбор и структурирование фактической информации, полученной в результате полевых и лабораторных исследований</i>	Знать правила постановки и проведения геолого-геохимических исследований - особенности интерпретации данных химического, минералогического, петрографического анализов; Уметь обрабатывать полученные результаты, анализировать и осмысливать их с учётом имеющихся

<p><i>геохимических данных</i></p>		<p>литературных данных;</p> <p>- представлять итоги выполненной работы в виде отчётов, рефератов, статей, оформленных соответствующим образом.</p> <p>Владеть: навыками проведения эксперимента и методами обработки его результатов;</p> <p>- Способами обработки и интерпретации геологической информации, навыками сравнительного анализа</p>
	<p>ИДК_{ПК-1.2}</p> <p><i>Проводит обработку и интерпретацию геологических, геофизических и геохимических данных, полученных в ходе проведения научно-исследовательских и научно-производственных задач</i></p>	<p>Знать принципы постановки и проведения геолого-геохимических исследований;</p> <p>Уметь решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе методов равновесной термодинамики с применением технологии компьютерного моделирования физико-химических процессов протекающих в осадочных бассейнах</p> <p>-Владеть современными методами анализа и математической обработки петрологического и петрохимического материала с применением компьютерного моделирования</p>
<p>ПК-3</p> <p><i>Способен самостоятельно или в составе коллектива выполнять комплекс исследований при изучении геологических процессов и месторождений полезных ископаемых.</i></p>	<p>ИДК _{ПК-3.1}</p> <p><i>Воспринимает современные методы и методологию исследований как инструмент изучения геологических процессов и месторождений полезных ископаемых</i></p>	<p>Знать- принципы и современные методы анализа и математической обработки петрологического и петрохимического материала с применением компьютерного моделирования.</p> <p>Уметь представлять итоги выполненной работы в виде отчётов, рефератов, статей, оформленных соответствующим образом.</p> <p>обрабатывать полученные результаты, анализировать и осмысливать их с учётом</p>

		<p>имеющихся литературных данных;</p> <p>Владеть: навыками обработки информации при помощи ПК</p>
	<p>ИДК ПК-3.2</p> <p><i>Применяет необходимый комплекс исследований при организации и выполнении полного объёма научно-исследовательских, научно-производственных работ или отдельных этапов.</i></p>	<p>Знать: общие положения геологии, позволяющие планировать научные исследования;</p> <p>Уметь: формулировать цели и задачи исследования, подбирать оптимальные методы их решения</p> <p>Владеть: навыками планирования и контроля в решении производственных и научных геологических задач</p>
<p>ПК-4</p> <p><i>Способен оценивать и обобщать результаты научно-исследовательских и научно-производственных работ на основе современных достижений науки и техники, информационных технологий, передового российского и зарубежного опыта в виде научных отчётов, научных публикаций, докладов.</i></p>	<p>ИДК ПК-4.2</p> <p><i>Применяет современные достижения науки и техники, информационные технологии для реализации научно-исследовательских и научно-производственных работ в области геологии</i></p>	<p>Знать- принципы и современные методы анализа и математической обработки петрологического и петрохимического материала с применением компьютерного моделирования.</p> <p>Уметь обрабатывать полученные результаты, анализировать и осмысливать их с учётом имеющихся литературных данных;</p> <p>Владеть: навыками обработки информации при помощи ПК</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 14 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	Практические /занятия	Консультации		
1	Раздел 1. Математические методы моделирования в геологии	3	16			8		8	Устный опрос
2	Раздел 2. Теоретические основы термодинамического моделирования в геологии.		20			10		10	Устный опрос
3	Раздел 3. Особенности моделирования магматических процессов		18			10		8	Устный опрос
4	Раздел 4. Моделирование процесса осадконакопления.		16			8		8	Устный опрос
Итого часов			70			36		34	

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. Математические методы моделирования в геологии. (Основы теории вероятности. Понятие о достоверном, невозможном и случайном событиях.)	Работа с литературными источниками	в течении семестра	8	Устный опрос	Указано в разделе V настоящей программы
	Раздел 2. Теоретические основы термодинамического моделирования в геологии (Открытые и закрытые системы по Д.С. Коржинскому. Принципы частичного равновесия)	Работа с литературными источниками	в течении семестра	10	Устный опрос	Указано в разделе V настоящей программы
	Раздел 3. Особенности моделирования магматических процессов. (Коэффициенты распределения)	Работа с литературными источниками	в течении семестра	8	Устный опрос	Указано в разделе V настоящей программы
	Раздел 4. Моделирование процесса осадконакопления. (Геохимические особенности осадочных пород)	Работа с литературными источниками	в течении семестра	8	Устный опрос	Указано в разделе V настоящей программы
Общая трудоемкость самостоятельной работы по дисциплине (час)				34		
Из них объем самостоятельной работы с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (час)				14		

4.3. Содержание учебного материала

Раздел 1. Математические методы моделирования в геологии.

Понятие о геолого-математическом моделировании свойств геологических объектов. Необходимость использования моделей при изучении геологических объектов и явлений. Роль и значение математических методов в повышении эффективности геологоразведочных работ. Принципы и методы геолого-математического моделирования. Геологические совокупности: изучаемая, опробуемая, выборочная. Требования, предъявляемые к выборочной совокупности

Основы теории вероятности. 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 2. Теоретические основы термодинамического моделирования в геологии.

Основные понятия и определения. Практическое применение методов моделирования в геологии. История развития методов физико-химического моделирования. Физико-химическое моделирование и эксперимент. Методические и теоретические вопросы физико-химического моделирования в геохимии.

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.

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 3. Особенности моделирования магматических процессов.

Магматическая дифференциация пород. Ликвация. Коэффициенты распределения. Диаграммы для классификации магматических горных пород. Расчет минерального состава методом $QIPW$. Минеральные ассоциации. Расчет кристаллохимических формул породообразующих минералов. Геотермобарометрия. Моделирование процесса выветривания гранита.

Раздел 4. 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.

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. Математические методы моделирования в геологии.	Использование статистических методов для обработки геологических данных.	4		устный опрос, зачет задания	ПК-1 ИДК _{ПК1.1.}
2		Расчет уравнения регрессии. Построение и интерпретация корреляционной матрицы.	4		устный опрос, зачет задания	ПК-1 ИДК _{ПК1.1.}
3	Раздел 2. Теоретические основы термодинамического моделирования в геологии	Основные понятия курса. Фазы, независимые компоненты, зависимые компоненты.	2		устный опрос, зачет задания	ПК-1 ИДК _{ПК1.2.}
4		Правило фаз Гиббса. Определение степени свободы	4		устный опрос, зачет задания	ПК-1 ИДК _{ПК1.2.}
5		Фазовые диаграммы.. Интерпретация диаграмм плавления	4		устный опрос, зачет задания	ПК-1 ИДК _{ПК1.2.}
6	Раздел 3. Особенности моделирования магматических процессов.	Диаграммы для классификации магматических горных пород. Расчет минерального состава методом CIPW.	4		устный опрос, зачет задания	ПК-3 ИДК _{ПК3.1.} ИДК _{ПК3.2.}
7		Расчет кристаллохимических формул породообразующих минералов.	2		устный опрос, зачет задания	ПК-3 ИДК _{ПК3.1.} ИДК _{ПК3.2.}
8		Моделирование процесса выветривания гранита.	4		устный опрос, зачет задания	ПК-3 ИДК _{ПК3.1.} ИДК _{ПК3.2.}
9	Раздел 4. Моделирование процесса осадконакопления	Интерпретация составов осадочных пород. Расчет основных петрохимических генетических модулей. Расчет индекса химического выветривания (CIA)	8		устный опрос, зачет задания	ПК-3 ИДК _{ПК3.1.} ИДК _{ПК3.2.}

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

№ пп/п	Тема	Задание	Формируемая компетенция	ИДК
1	Многомерные статистические модели. Область применения многомерных статистических моделей в геологии. (основа метода, принципы расчета, область применения в геологии, примеры использования)	Конспект, реферат	ПК-1	ИДК _{ПК1.1}
2	Открытые и закрытые системы по Д.С. Коржинскому. Принципы частичного равновесия и алгоритм расчета необратимой эволюции геохимических систем.	Конспект	ПК-1	ИДК _{ПК1.1} , ИДК _{ПК1.2}
4	Расчет эмпирических коэффициентов уравнения теплоемкости	Конспект	ПК-1	ИДК _{ПК1.2}
6	Принцип стабильного, метастабильного, частичного равновесия, расчет необратимой эволюции геохимических систем.	Реферат, презентация	ПК-3	ИДК _{ПК3.1} , ИДК _{ПК3.2}
7	Физико-химическая модель растворения кремния щелочными растворами	Реферат.	ПК-3 ПК-4	ИДК _{ПК3.1} , ИДК _{ПК3.2з} , ИДК _{ПК4.2}

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, - 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

Научная библиотека МГУ – www.lib.msm.su

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

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

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

Российская Государственная библиотека – www.rsl.ru

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

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

Всероссийская государственная библиотека иностранной литературы – www.libfl.ru

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

Национальная электронная библиотека – www.nel.ru

Библиотека ВНИИОЭНГ - www.vniioeng.mcn.ru

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

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

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

Мировая энергетическая политика – www.wep.ru

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

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

Электронно-библиотечные системы (ЭБС) ИГУ

1. Электронный читальный зал «БиблиоТех» (адрес доступа <https://isu.bibliotech.ru>)

2. ЭБС «Издательство «Лань» (адрес доступа <http://e.lanbook.com>)

3. ЭБС Национальный цифровой ресурс «РУКОНТ» (адрес доступа <http://rucont.ru>)

4. ЭБС «Айбукс» (адрес доступа <http://ibooks.ru>)

5. Образовательная платформа «Юрайт» (адрес доступа <https://urait.ru>)

VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебно-лабораторное оборудование:

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

6.2. Программное обеспечение:

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

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
Раздел 1. Математические методы моделирования в геологии.	<i>ИДК_{ПК1.1}</i> <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.</i>	Знать: понятие о моделировании и моделях в геохимии; Уметь: - искать исходную термодинамическую информацию для моделирования геологических систем Владеть: Базовыми навыками работы на ПК, поиска и анализа информации в сети Интернет; 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	УО	З
Раздел 2.	<i>ИДК_{ПК1.2}</i>	Знать: Первый и	Владеет	Отвечает	УО	З

Теоретические основы термодинамического моделирования в геологии.	<i>Проводит обработку и интерпретацию геологических, геофизических и геохимических данных, полученных в ходе проведения научно-исследовательских и научно-производственных задач</i>	второй законы термодинамики; правило фаз Гиббса Уметь: рассчитывать степень свободы в системе; Анализировать фазовые диаграммы, диаграммы состояния, бинарные диаграммы. Владеть: навыками анализа и интерпретации исходной геологической информации;	материалом и терминологией по теме	на устные опросы из перечня вопросов текущей успеваемости	Т	
Раздел 3. Особенности моделирования магматических процессов	<i>ИДКпкз.1 Воспринимает современные методы и методологию исследований как инструмент изучения геологических процессов и месторождений полезных ископаемых</i>	Знать правила постановки и проведения геолого-геохимических исследований Уметь обрабатывать полученные результаты, анализировать и осмысливать их с учётом имеющихся Владеть: навыками представления результатов исследования в виде графиков, таблиц, классификационных диаграмм;	Владеет материалом и терминологией по теме	Отвечает на устные опросы из перечня вопросов текущей успеваемости	УО	3
	<i>ИДКпкз.2 Применяет необходимый комплекс исследований при организации и выполнении полного объёма научно-исследовательских, научно-производственных работ или отдельных этапов.</i>	Знать принципы постановки и проведения геолого-геохимических исследований; Уметь решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе методов равновесной термодинамики с применением технологии компьютерного моделирования физико-химических процессов протекающих в осадочных бассейнах -Владеть современными методами анализа и	Владеет материалом и терминологией по теме	Отвечает на устные опросы из перечня вопросов текущей успеваемости	УО	3

		математической обработки петрологического и петрохимического материала с применением компьютерного моделирования				
Раздел 4. Моделирование процесса осадконакопления.	<i>ИДК_{ПК3.1}</i> <i>Воспринимает современные методы и методологию исследований как инструмент изучения геологических процессов и месторождений полезных ископаемых</i>	Знать о физико-химических процессах образования осадочных пород; Уметь выбирать необходимые методы компьютерного моделирования, исходя из конкретных задач геологических исследований; Владеть навыками проведения эксперимента и методами обработки его результатов	Владеет материалом и терминологией по теме	Отвечает на устные опросы из перечня вопросов текущей успеваемости	УО	3
	<i>ИДК_{ПК4.2}</i>	Знать: о физико-химических процессах образования месторождений полезных ископаемых; Уметь выбирать необходимые методы компьютерного моделирования, исходя из конкретных задач геологических исследований; Владеть навыками проведения эксперимента и методами обработки его результатов; может представлять итоги выполненной работы в виде отчётов, рефератов, статей, оформленных соответствующим образом.	Владеет материалом и терминологией по теме	Отвечает на устные опросы из перечня вопросов текущей успеваемости	УО	3

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. Что такое выборка?
2. Что такое корреляционная связь? Принцип расчета в MS Excel
3. Оценка силы корреляционной связи.
4. Что такое уравнение регрессии? Принцип расчета в MS Excel
5. Что такое кластер-анализ?
6. Погрешности измерений.
7. Ошибки в расчетах. Способы определения.
8. Бинарные диаграммы. Область применения. Нанесение точек составов.
9. Построение тройной диаграммы. Область применения. Нанесение точек составов.
10. Трехмерные диаграммы. Способы построения, области применения.

Пример задания для практической работы по теме 1

Практическая работа № 1

Использование статистических методов для обработки геологических данных

Дан химический состав осадочной породы (таблица 1 и таблица 2) (*приложение в формате .xls*).

Задание:

1. Построить корреляционную матрицу и отметить числовые значения корреляции для выявленных ранее взаимосвязей. (Петрогенные элементы и P, Sr, Zr). (5 б.)
2. Составить уравнение регрессии для расчета стронция и циркония (используется функция Excel «Анализ данных» - Регрессия). Первоначальные значения берутся из таблицы 1. (2 б.)
3. Далее при помощи полученного уравнения рассчитываются прогнозируемые значения Sr, Zr для проб 83-92). Сравнить полученные расчетные коэффициенты с реальными значениями (лист 2, пробы 83-92). Посчитать процент ошибки для полученных результатов. (3 б.)

Максимальное количество баллов за задание – 10.

Критерии оценивания:

«отлично» - 8-10 баллов; правильно выполнена работа, корректно проведены все расчеты, студент аргументированно формулирует выводы.

«хорошо» - 7-8 баллов; студент хорошо понимает используемые термины и умеет проводить расчеты в программе MS Excel, есть ошибки в интерпретации полученных данных

«удовлетворительно» 5-7 баллов; студент понимает основные принципы построения расчетов, но часто ошибается в написании формул и формулировке выводов;

«неудовлетворительно» менее 5 б., 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 II)

Тест №1

Тестовое задание для контроля знаний по разделу II.

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. Система состоит из водного раствора NaCl и не смешанного с ним слоя растительного масла. Сколько в системе фаз?

- а) 1
- б) 2
- в) 3

2. Термодинамические системы, которые могут обмениваться с окружающей средой теплом и работой, и веществом, называются:

- а) открытыми
- б) закрытыми
- в) изолированными

3. 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

4. Система состоит из кристаллов льда и жидкой воды. Сколько в системе фаз?

- а) 1
- б) 2
- в) 3

5. Термодинамические процессы, протекающие при постоянстве внешнего давления, называются:
- изотермические
 - изобарные
 - изохорные
6. Прибор для измерения количества теплоты, выделявшейся или поглощающейся в химических, физических и биологических процессах называют:
- редуктор,
 - калориметр,
 - барометр.
7. Значения рН системы равное 3 обозначает, что в системе среда
- кислая,
 - нейтральная,
 - щелочная
8. Рассматривается система Si-Al-O. Независимые компоненты этой системы – это:
- Si- кремний, Al-алюминий, O - кислород,
 - соединения SiO_2 , Al_2O_3 и пр.,
 - уравнения реакций, которые можно составить между элементами,
9. Первое начало термодинамики может быть записано как:
- количество внутренней энергии системы зависит от продолжительности наблюдений за ней;
 - при любых физических взаимодействиях энергия не возникает и не исчезает, а только передается от одних тел другим или превращается из одной формы в другую,
 - при любых физических взаимодействиях масса системы остается постоянной
10. При каких условиях протекают изотермические процессы:
- при постоянном давлении,
 - при постоянной температуре,
 - при постоянном объеме.

Критерии оценивания теста

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

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

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

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

VII.3. Промежуточная аттестация

По дисциплине «Исследования геологических процессов и систем методами компьютерного моделирования» предусмотрена промежуточная аттестация в форме **зачета**.

VII.3.1. Оценка запланированных результатов по дисциплине

Код компетенции	Код оцениваемого индикатора	Результаты обучения	Показатели
ПК-1 Способен собирать, анализировать и систематизировать фактическую геологическую информацию и материал, осуществлять интерпретацию геологических, геофизических и геохимических данных при решении научных, прикладных и производственных задач.	ИДК_{пк1.1} <i>Осуществляет сбор и структурирование фактической информации, полученной в результате полевых и лабораторных исследований</i>	Знает: основы термодинамики природных процессов.	Дает правильное определение понятиям «фаза», «зависимый компонент», «независимый компонент», параметры системы;
		Умеет: выбирать необходимые методы компьютерного моделирования, исходя из конкретных задач геологических исследований	Может формулировать и решать геологические задачи методами физико-химического моделирования
		Владеет: 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.
	ИДК_{пк1.2} <i>Проводит обработку и интерпретацию геологических, геофизических и геохимических данных, полученных в ходе проведения научно-исследовательских и научно-производственных задач</i>	Знает: механизмы эндогенных процессов образования месторождений полезных ископаемых	Использует данные о химическом составе пород для построения различных диаграмм и расчета моделей (в зависимости от поставленной задачи). Интерпретирует результаты расчета.
		Умеет: обрабатывать полученные результаты, анализировать и осмысливать их с учётом имеющихся литературных данных;	Может представлять итоги выполненной работы в виде отчётов, рефератов, статей, оформленных соответствующим образом
		Владеет: методиками подготовки данных для компьютерного моделирования; навыками научной работы	Может представлять итоги выполненной работы в виде отчётов, рефератов, статей, оформленных соответствующим образом
ПК-3 Способен самостоятельно или в составе коллектива	ИДК_{пк3.1} <i>Воспринимает современные методы и методологию</i>	Знает: современные методы и методологию исследований,	Знает современные методы исследования геологических процессов и может выбрать

<p>выполнять комплекс исследований при изучении геологических процессов и месторождений полезных ископаемых.</p>	<p><i>исследований как инструмент изучения геологических процессов и месторождений полезных ископаемых</i></p>	<p>направленных на изучение геологических процессов</p>	<p>подходящий для решения конкретных геологических задач;</p>
		<p>Умеет: Моделировать на ПК Селектор, основы построения модели может применить и для других программных продуктов;</p>	<p>Освоил основы моделирования на ПК Селектор и способен применить полученные знания для работы на других программных продуктах.</p>
		<p>Владеет: Навыками планирования и организации научной деятельности, позволяющими эффективно применять современные методы исследований</p>	<p>Корректно оформляет графические и текстовые отчеты о завершённых практических работах, правильно указывает используемые методы.</p>
		<p>Знает: принципы постановки и проведения петрографических, петрологических и металлогенических исследований</p>	<p>Может спланировать эксперимент, подобрать оптимальный метод исследования для конкретного объекта;</p>
<p>ПК-4 Способен оценивать и обобщать результаты научно-исследовательских и научно-производственных работ на основе современных достижений науки и техники, информационных технологий, передового российского и</p>	<p><i>ИДК_{ПК3.2} Применяет необходимый комплекс исследований при организации и выполнении полного объёма научно-исследовательских, научно-производственных работ или отдельных этапов.</i></p>	<p>Умеет: выбирать необходимые методы компьютерного моделирования, исходя из конкретных задач геологических исследований</p>	<p>В зависимости от специфики исследуемого объекта выбирает корректный метод исследования</p>
		<p>Владеет: навыками извлечения информации из научной литературы по различным аспектам геологии и геохимии.</p>	<p>Корректно и в установленный срок оформляет и сдает отчеты о практических работах;</p>
		<p>Знает: Особенности проведения петрографических, петрологических и металлогенических исследований и может использовать эти данные в профессиональной деятельности;</p>	<p>Проводит компьютерное исследование с применением моделирования, учитывая особенности исходной информации и специфику геологического объекта;</p>
		<p>Умеет: планировать, проводить, анализировать,</p>	<p>Использует полученные в эксперименте данные для написания выводов и отчетов;</p>

зарубежного опыта в виде научных отчётов, научных публикаций, докладов.		обрабатывать экспериментальные исследования с интерпретацией полученных результатов на основе современных методов компьютерных технологий	
		Владеет: навыками проведения эксперимента и методами обработки его результатов	Представил итоги выполненной работы в виде отчёта или реферата, который также можно использовать как основу для написания научных тезисов или статей

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:

№	Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Контролируемые компетенции/ индикаторы
1	2	3	4
1	Зачет	Раздел 1-3	ПК-1, ИДК _{ПК-1.1} , ИДК _{ПК-1.2} , ПК-3,

			ИДКпк3.1, ИДКпк3.2, ПК-4, ИДКпк4.2
2	Текущий контроль	Раздел 1-3	ПК-1, ИДКпк-1.1, ИДКпк-1.2, ПК-3, ИДКпк3.1, ИДКпк3.2, ПК-4, ИДКпк4.2

Примерный список вопросов к зачету:

Примеры вопросов на оценку знаний

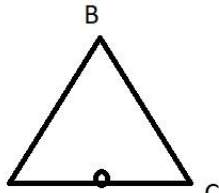
1. Что такое выборка? Какие требования предъявляются к выборочным данным?
2. Основные этапы развития методов физико-химического моделирования
3. Кластерный и факторный анализ. Принципы построения, области использования.
4. Термодинамическая система. Термодинамические системы: открытые, закрытые, изолированные. Привести примеры.
5. Первый закон термодинамики. Определение, физический смысл.
6. Второй закон термодинамики. Определение, физический смысл.
7. Дать определение терминам: фаза, зависимый компонент, независимый компонент.
8. Температура. Определение, единицы измерения. Какую температуру принято считать стандартной?
9. Особенности образования и классификации магматических пород.
10. Петрохимические модули для характеристики генезиса осадочных пород.

Примеры вопросов на оценку умений

1. Единицы измерения концентрации вещества: ррh, ррт, ррт, ррb. Как соотносятся весовые проценты, ррт и г/т?
2. Что обозначает значение коэффициента корреляции -0,85?
3. Как проверить корректность результатов расчета уравнения регрессии? От чего зависит его точность?
4. Правило фаз Гиббса. Степени свободы. Как рассчитываются?
5. Какую степень свободы имеет система в точке эвтектики
6. Рассчитайте содержание Ti в сфене $\text{CaTi}(\text{SiO}_4)\text{O}$ (атомный вес Ca – 40, Ti – 48, Si – 28, O – 16)
7. Как строятся классификационные диаграммы для магматических пород?
8. Последовательность расчета минерального состава породы из химического по методу CIPW?
9. Как строятся классификационные диаграммы для осадочных пород?
10. Назовите последовательность расчета индекса выветривания CIA.

Вопросы, формирующие дескриптор «владеть»

1. Построение корреляционной матрицы в программе MS Excel. Интерпретация полученных данных.
2. Расчет корреляции между двумя массивами данных в программе MS Excel.
3. Расчет уравнения регрессии в программе MS Excel. Интерпретация полученных данных.
4. Нахождение минимальных, максимальных и средних значений в массиве данных в программе MS Excel. Особенности интерпретации полученных результатов.



5. А В С Какому содержанию компонентов соответствует выделенная точка на тройной диаграмме?
6. Схематически изобразите диаграмму фазовых переходов вода-лед-пар.
7. Алюмокремниевый модуль Принцип расчета. Область применения.
8. 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.
9. Особенности расчета кристаллохимической формулы оливинов.
10. Тройная диаграмма для классификации полевых шпатов. Изобразите схематично.

Разработчики:

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

(подпись)

доцент
(занимаемая должность)

А.В. Ощепкова
(инициалы, фамилия)

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

«13» марта 2025 г.

Протокол № 6 Зав. Кафедрой  Сасим С.А.

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