

ФАНО РОССИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ИНСТИТУТ ГЕОХИМИИ ИМ. А.П. ВИНОГРАДОВА
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК**

Утверждаю:
Директор ИГХ СО РАН

Д.г.-м.н. А.Б. Перепелов

« _____ » _____ 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Физико-химическое моделирование рудных процессов

Направление 05.06.01 «Науки о Земле»,
направленность 25.00.09 «Геохимия, геохимические методы поисков
полезных ископаемых»

Код по учебному плану Б1.В.ДВ.2

Очная форма обучения

Иркутск, 2018

Содержание

1. Общие положения.....	3
1.1. Цели и задачи преподавания дисциплины	3
1.2. Место дисциплины в структуре ООП.....	3
1.3. Перечень компетенций, установленных ФГОС.....	3
2. Структура и содержание учебной дисциплины.....	4
2.1. Содержание дисциплины	5
3. Образовательные технологии	5
4. Оценочные средства для текущего контроля и промежуточной аттестации	6
4.1. Текущий контроль	6
4.2. Промежуточная аттестация.....	6
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	6
6. Материально-техническое обеспечение дисциплины.....	8
7. Фонд оценочных средств.....	8
7.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине	8
7.2. Перечень основных разделов дисциплины	8
7.3. Оценивание обучающегося по дисциплине	9
7.4. Список вопросов к зачету	9

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи преподавания дисциплины

Дисциплина «Физико-химическое моделирование рудных процессов» базируется на знаниях и навыках, приобретенных аспирантами в рамках базовых курсов (химии, физики, общей геологии, минералогии, петрографии, геохимии) магистратуры высших учебных заведений, а также дисциплин «Физико-химические основы геохимии» и «Физико-химическое моделирование эндогенных и экзогенных процессов» из обязательного учебного плана аспирантов, обучающихся по специальности 25.00.09 «Геохимия, геохимические методы поисков месторождений полезных ископаемых». Физико-химическое моделирование позволит аспирантам самостоятельно рассматривать процессы формирования рудных тел. У аспирантов, практически освоивших методы моделирования, появляется возможность проводить исследования химических процессов, происходящих при том или ином рудном процессе.

Цель изучения дисциплины - помочь аспирантам в освоении основ химической термодинамики и овладении методами физико-химического моделирования рудных процессов.

Задачей дисциплины является ознакомление аспирантов с феноменологическим подходом, который использует термодинамика для решения физико-химических задач в геохимии и получения термодинамических моделей формирования рудных месторождений, а также методам обработки экспериментальных данных.

1.2. Место дисциплины в структуре ООП

В соответствии учебным планом аспирантов, обучающихся по специальности 25.00.09 «Геохимия, геохимические методы поисков месторождений полезных ископаемых», и ФГОС высшего образования по направлению подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре 05.06.01 «Науки о Земле», уровень подготовки кадров высшей квалификации (Приказ № 870 от 30.07.2014 г.) дисциплина «Физико-химические основы геохимии» является вариативной частью профессионального цикла обучения.

1.3. Перечень компетенций, установленных ФГОС

Аспиранты по направлению подготовки 05.06.01 «Науки о Земле», направленность 25.00.09 «Геохимия, геохимические методы поисков месторождений полезных ископаемых» в результате обучения по данной дисциплине, в соответствии с задачами профессиональной деятельности и целями ООП, должны овладеть следующими компетенциями:

Универсальные компетенции:	
УК-1	способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
УК-5	способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития
Общепрофессиональные компетенции:	

ОПК-1	способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий
ОПК-2	готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования
Профессиональные компетенции:	
ПК-2	способность выполнять теоретические и экспериментальные исследования в области геохимии, геохимических методов поисков месторождений полезных ископаемых
ПК-5	способность преподавания дисциплин геологического профиля в учреждениях высшего профессионального образования на основе полученного фундаментального образования и научного мировоззрения

Аспиранты, изучившие данную дисциплину должны:

Знать:

Основы химической термодинамики.

Принципы термодинамического моделирования рудных процессов.

Уметь:

Применять методы и компьютерные программы обработки геохимической информации, а также методы организации, проведения геохимических исследований и оценки их эффективности.

Использовать полученные в результате освоения дисциплины знания при решении задач поисков и разведки месторождений полезных ископаемых.

Анализировать и интерпретировать полученную информацию.

Излагать в устной и письменной форме результаты своего исследования и аргументировано отстаивать свою точку зрения в дискуссии.

Владеть:

Способами расчета и согласования термодинамических данных.

Особенностями компьютерного представления геохимических моделей.

Принципами термодинамического моделирования в условиях неопределенности исходной термодинамической информации.

2. Структура и содержание учебной дисциплины

В дисциплине рассматриваются основы химической термодинамики и методы физико-химического моделирования процессов, определяющих закономерности формирования природных объектов. Дисциплина включает семь тем и направлена на

обучение аспирантов современным методам физико-химического моделирования природных процессов. В таблице приводится распределение учебного времени, отводимого на освоение дисциплины согласно учебному плану.

Вид учебной работы	Трудоемкость, уч. часов	
	Всего	Семестр
		№4
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия, в том числе:	20	20
лекции	10	10
лабораторные работы	0	0
практические/семинарские занятия	10	10
Самостоятельная работа	88	88
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Зачет	Зачет

2.1. Содержание дисциплины

Тема 1. Постановка задач и способы формирования физико-химических моделей рудных процессов

Основные соотношения термодинамических величин, термодинамические потенциалы, которые применяются при построении термодинамических моделей рудных процессов.

Тема 2. Физико-химические процессы растворения, переноса и отложения золота в эпitherмальных золото-серебряных месторождениях

Рассматриваются конкретные примеры термодинамических моделей процессов растворения, переноса и отложения золота в эпitherмальных золото-серебряных месторождениях.

Тема 3. Расчет изменения состава гидротермальных растворов в зависимости от P-T условий и состава вмещающих пород

Примеры расчета равновесного состава гидротермальных растворов методом минимизации свободной энергии (потенциал Гиббса) и других термодинамических потенциалов в зависимости от P-T условий и состава вмещающих пород.

Тема 4. Определение минерального состава взвешенного вещества в природных водах с помощью физико-химической модели

Рассматриваются модели природных вод, содержащих взвешенное рудное вещество. Показаны термодинамические подходы к моделированию рудных коллоидно-дисперсных гидротермальных систем.

3. Образовательные технологии

Процесс обучения по дисциплине включает в себя следующие мероприятия:

- а) аудиторные занятия (лекционно-семинарская форма обучения);
- б) самостоятельная работа аспирантов;
- г) контрольные мероприятия в процессе обучения и по его окончанию;

д) зачет.

Аудиторные занятия проводятся с использованием мультимедийного обеспечения (ноутбук, проектор). В учебном процессе предусмотрено использование активных и интерактивных форм проведения занятий (семинаров, дискуссий) в сочетании с конкретной научно-исследовательской работой аспирантов. Одной из основных активных форм обучения, связанным с ведением того вида (видов) деятельности, к которым готовится аспирант (научно-исследовательской и научно-педагогической), является семинар с участием ведущих специалистов ИГХ СО РАН и других организаций геологического профиля. В рамках дисциплины предусмотрены встречи с российскими и зарубежными учеными, занимающимися проблемами термодинамического моделирования геолого-геохимических и техногенных процессов. Проверка приобретенных знаний, навыков и умений осуществляется посредством выступлений аспирантов на научных семинарах лабораторий ИГХ СО РАН и индивидуальным обсуждением с научным руководителем аспиранта.

4. Оценочные средства для текущего контроля и промежуточной аттестации

Цель контроля - получение информации о результатах обучения и степени их соответствия результатам обучения.

4.1. Текущий контроль

Текущий контроль успеваемости, т.е. проверка усвоения учебного материала, регулярно осуществляемая на протяжении семестра. Текущий контроль знаний учащихся организован как устный групповой опрос.

Текущая самостоятельная работа студента направлена на углубление и закрепление знаний, и развитие практических умений аспиранта.

4.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация осуществляется в конце семестра и завершает изучение дисциплины. Форма аттестации – зачет в письменной или устной форме.

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная литература:

1. Борисов М.В., Шваров Ю.Б. Термодинамика геохимических процессов. М: Изд-во. МГУ, 1992. 256 с.
2. Булах А.Г. Методы термодинамики в минералогии. Л: Изд-во Недр, 1968. 176 с.
3. Гаррелс Р.М., Крайст И.Л. Растворы, минералы, равновесия. М.: Мир, 1968. 386 с.
4. Карпов И.К. Физико-химическое моделирование на ЭВМ в геохимии. Новосибирск: Наука, 1981. 240 с.
5. <http://geo.web.ru/db/msg.html?mid=1180354> (Основы физической геохимии Жариков В. А.
6. <http://earth.jscc.ru/> ПОРТАЛ "ГЕОЛОГИЯ" ПРОЕКТА "ЭЛЕКТРОННАЯ ЗЕМЛЯ" Михайлов В.В., Гордиенко В.В. Простейшие лабораторные методы выделения мономинеральных фракций: учеб.-метод. пособие. - СПб.: С.-Петербург. гос. ун-т, 2012. С. 48
7. <http://geo.web.ru/db/msg.html?mid=1180811> ГЕОХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПОИСКОВ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ: УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ/ Автор/создатель: Соловов А.П. (Москва, "Недра", 1985). Сервер "Все о геологии"

8. <http://www.geokniga.org/> ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ПОРТАЛ GEOKNIGA
Автор/создатель: Федоров Ю., Шпекторов А.,
9. <http://geo.web.ru/db/msg.html?mid=1183301> СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ
ИССЛЕДОВАНИЯ МИНЕРАЛОВ, ГОРНЫХ ПОРОД И РУД: УЧЕБНОЕ
ПОСОБИЕ Автор/создатель: Богданова Г.П., Бродская Р.Л., Гавриленко В.В.,
Гайдамако И.М., Глазов А.И., Доливо-Добровольский В.В., Морозов М.В., Романов
В.А., Смоленский В.В., Сухаржевский С.М., Третьякова Л.И., Чащинов Ю.М.,
Эшкин В.Ю. Под редакцией В.В.Гавриленко (Санкт-Петербургский горный
институт, 1997). Сервер "Все о геологии"
10. Язиков Е.Г., Таловская А.В., Жорняк Л.В. МИНЕРАЛОГИЯ ТЕХНОГЕННЫХ
ОБРАЗОВАНИЙ. Учебное пособие для академического бакалавриата. Научная
школа: [Национальный исследовательский Томский политехнический университет
\(г.Томск\)](#). 2018. 159 с.
11. Буланов В. А., Сизых А. И., Белоголов А. А., Летников Ф. А. ; под науч. ред.
Летникова Ф.А. [МИНЕРАЛОГИЯ С ОСНОВАМИ КРИСТАЛЛОГРАФИИ 2-е изд.,
пер. и доп. Учебное пособие для СПО](#) Научная школа: [Иркутский
государственный университет \(г. Иркутск\)](#). 2018. 230 с.
12. Коробейников А.Ф. [ГЕОЛОГИЯ. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ И ПОИСК
МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ 2-е изд., испр. и доп. Учебник
для бакалавриата и магистратуры](#). 2018. 254с.
13. Леонюк Н.И., Копорулина Е.В., Волкова Е.А., Мальцев В.В.
[КРИСТАЛЛОГРАФИЯ: ЗАРОЖДЕНИЕ, РОСТ И МОРФОЛОГИЯ КРИСТАЛЛОВ.
Учебное пособие для бакалавриата и магистратуры](#) Научная школа: [Московский
государственный университет имени М.В. Ломоносова \(г. Москва\)](#). 2018. 152 с.
14. Маракушев А.А., Бобров А.В., Перцев Н.Н., Феногенов А.Н. [ПЕТРОГРАФИЯ.
ОСНОВЫ КРИСТАЛЛООПТИКИ И ПОРОДООБРАЗУЮЩИЕ МИНЕРАЛЫ 2-е
изд., испр. и доп. Учебник для вузов](#). Научная школа: [Российская академия наук \(г.
Москва\). Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова \(г.
Москва\)](#). 2018. 307 с.
15. Физико-химический анализ процессов современного океанского
фосфоритообразования / В. С. Савенко, А. В. Савенко ; Моск. гос. ун-т им.
М.В.Ломоносова, геогр. фак. - М. : ГЕОС, 2005. - 142 с.
16. Плечов П.Ю. Методы изучения флюидных и расплавных включений : учебное
пособие / П. Ю. Плечов. - М. : ИД КДУ, 2014. - 268 с.
17. Бычинский В.А., Исаев В.П., Тупицын А.А. Физико-химическое моделирование в
нефтегазовой геохимии: Учеб. Пособие в 2-х ч. Ч. 2. Модели гетерогенных систем
– Иркутск: Иркут. гос. ун-т, 2004. – 158 с.
18. Бычинский В.А., Исаев В.П., Тупицын А.А. Физико-химическое моделирование в
нефтегазовой геохимии: Учеб. Пособие в 2-х ч. Ч. 1. Теория и методология физико-
химического моделирования – Иркутск: Иркут. гос. ун-т, 2004. – 131 с.

Дополнительная литература:

1. Дорогокупец П.И., Карпов И.К. Термодинамика минералов и минеральных
равновесий. Новосибирск: Наука. 1984. 185 с.
2. Урусов В.С., Еремин Н.Н. Атомистическое компьютерное моделирование структуры
и свойств неорганических кристаллов и минералов, их дефектов и твердых
растворов. М. : ГЕОС, 2012. 428 с.

3. Карпов И.К., Чудненко К.В., Бычинский В.А., Кулик Д.А. Минимизация свободной энергии при расчете гетерогенных равновесий // Геология и геофизика. 1995. Т.36. С. 3-21.
4. Конторович Э.А., Павлов А.Л., Третьяков Г.А., Хоменко А.В. Физико-химическое моделирование термодинамических равновесий в системе “Карбонатноэвапоритовые осадочные породы - вода - углеводороды” при контактовом метаморфизме и катагенезе // Геохимия. 1996. № 7. С. 598-610.
5. Крайнов С.Р. Обзор термодинамических компьютерных программ, используемых в США при геохимическом изучении подземных вод. Система компьютеризации научных лабораторий США // Геохимия. 1993. № 5. С. 685-695.
6. Крайнов С.Р., Рыженко Б.Н., Швец Б.Н. Геохимия подземных вод. Москва: Наука, 2004. 678 с.

Периодические издания (журналы):

Геохимия, Петрология, Геология и Геофизика, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, *Chemical Geology*

Интернет-ресурсы:

яя

6. Материально-техническое обеспечение дисциплины

При изучении дисциплины, выполнении практических работ аспиранты ИГХ СО РАН располагает необходимыми помещениями для проведения лекционных, семинарских и практических занятий. Имеются библиотечные и Интернет ресурсы для самостоятельной работы.

7. Фонд оценочных средств

7.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

№ п/п	Контролируемые дидактические единицы	Контролируемые компетенции	Оценочные средства
1	1-4	УК-1, УК-5, ОПК-1, ОПК-2, ПК-2, ПК-5	Контрольные вопросы, зачет

7.2. Перечень основных разделов дисциплины

1. Постановка задач и способы формирования физико-химических моделей рудных процессов.
2. Физико-химические процессы растворения, переноса и отложения

золота в эпитеpмальных золото-серебряных месторождениях.

3. Расчет изменения состава гидротермальных растворов в зависимости от P-T условий и состава вмещающих пород.
4. Определение минерального состава взвешенного вещества в природных водах с помощью физико-химической модели.

Промежуточная аттестация проводится в форме зачёта по окончании 4-го семестра. Выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».

7.3. Оценивание обучающегося по дисциплине

Оценка	Требования к знаниям
«зачтено»	Глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал научной литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.
«зачтено»	Твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.
«зачтено»	Имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.
«не зачтено»	Не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы.

7.4. Список вопросов к зачету

1. Основные соотношения термодинамических величин.

2. Термодинамические потенциалы, которые применяются при построении термодинамических моделей рудных процессов.

3. Термодинамические модели процессов растворения, переноса и отложения золота в эпитермальных золото-серебряных месторождениях.

4. Расчет равновесного состава гидротермальных растворов методом минимизации свободной энергии (потенциал Гиббса) и других термодинамических потенциалов в зависимости от P-T условий и состава вмещающих пород.

5. Термодинамические модели природных вод, содержащих взвешенное рудное вещество.

6. Термодинамические подходы к моделированию рудных коллоидно-дисперсных гидротермальных систем.

Программа составлена в соответствии с приказом Министерства образования и науки РФ от 19.11.2013 №1259 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)», на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 05.06.01 «Науки о Земле» (уровень подготовки кадров высшей квалификации) (Приказ № 870 от 30.07.2014 г.) и Письмом Рособрнадзора от 17 апреля 2006 г. N 02-55-77ин/ак.

Составители рабочей программы дисциплины:

Бычинский В.А., к.г.-м.н.

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

Перетяжко И.С., д.г.-м.н.

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

Ответственный за аспирантуру:

Шалаев А.А., к.ф.-м.н.

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)