

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Ребковец Ольга Александровна  
Должность: И.О. Ребковец  
Дата подписания: 31.05.2024 22:48:56  
Уникальный программный ключ:  
e789ec8739030382afc5ebff702928adf1af5cfb

ОПОП

СМК-В1.П2-2023

Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.02.01 «Геотермофлюидомеханика гидротермальных и вулканических систем» для направления подготовки 05.04.01 «Геология»,  
Профиль подготовки «Вулканонология и сейсмология»

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Камчатский государственный университет имени Витуса Беринга»

Рассмотрено и утверждено на заседании  
кафедры биологии и наук о Земле  
«17» ноября 2022 г., протокол № 3

Зав. кафедрой  Е.А. Девятова

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

*Б1.В.ДВ.02.01 «Геотермофлюидомеханика гидротермальных и  
вулканических систем»*

**Направление подготовки:** 05.04.01 «Геология»

**Профиль подготовки:** «Вулканонология и сейсмология»

**Квалификация выпускника:** Магистр

**Форма обучения:** очная

**Год набора:** 2023

Петропавловск-Камчатский, 2022 г.

ОПОП	СМК-В1.П2-2023
Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.02.01 «Геотермофлюидомеханика гидротермальных и вулканических систем» для направления подготовки 05.04.01 «Геология», профиль подготовки «Вулканоология и сейсмология»	

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 05.04.01 «Геология», утвержденного приказом Минобрнауки России от 07.08.2020 № 925.

**Разработчик:**

д-р философии (PhD) по геолого-минералогическим наукам,  
доцент кафедры биологии и наук о Земле.

В.Ю. Павлова

ОПОП	СМК-В1.П2-2023
Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.02.01 «Геотермофлюидомеханика гидротермальных и вулканических систем» для направления подготовки 05.04.01 «Геология», профиль подготовки «Вулканология и сейсмология»	

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре ОП ВО
3. Планируемые результаты обучения по дисциплине
4. Содержание дисциплины
5. Тематическое планирование
6. Самостоятельная работа
7. Тематика контрольных работ, курсовых работ (при наличии)
8. Перечень вопросов на зачет
9. Учебно-методическое и информационное обеспечение
10. Формы и критерии оценивания учебной деятельности студента
11. Материально-техническая база

ОПОП		СМК-В1.П2-2023
Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.02.01 «Геотермофлюидомеханика гидротермальных и вулканических систем» для направления подготовки 05.04.01 «Геология», профиль подготовки «Вулканология и сейсмология»		

### 1. Цель и задачи освоения дисциплины

**Цель** освоения дисциплины: усвоение теоретических основ термодинамики геохимических процессов для понимания поведения как породообразующих, так и редких и рассеянных элементов в природных процессах с целью создания моделей поведения этих элементов в магматических и метаморфических процессах с участием флюида.

#### **Задачи освоения дисциплины:**

Студент должен знать основные понятия и принципы термодинамики необратимых процессов; основные соотношения термодинамических величин; условия равновесия и термодинамические потенциалы систем; влияние температуры и давления на равновесие; особенности строения растворов и расплавов; термодинамику метасоматических систем; понятие о вполне подвижных компонентах Д.С. Коржинского; методологию построения геохимических моделей; термодинамические модели гидротермального процесса и экзогенных процессов; уметь производить расчетную оценку парциальных давлений летучих компонентов; делать расчет значений термодинамических потенциалов при высоких температурах; делать расчет равновесного состава геохимических систем методом минимизации свободной энергии; обладать практическими навыками и методологией построения современных геохимических моделей природных систем.

### 2. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Б1.В.ДВ.02.01. Вариативная часть ОПОП, дисциплины (модули) по выбору 2 (ДВ.2). Дисциплина читается во 2-м семестре магистратуры. При освоении данной дисциплины необходимы знания, приобретенные обучающимися при освоении дисциплин геологического цикла бакалавриата по направлению подготовки «Геология».

### 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению подготовки:

<i>Наименование категории (группы) компетенций</i>	<i>Код и наименование компетенции</i>	<i>Код и наименование индикатора достижения компетенции</i>
<b>профессиональные компетенции</b>		
<i>Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский</i>		
	ПК-1 Способен самостоятельно проводить научные эксперименты и исследования в профессиональной области, обобщать и анализировать экспериментальную информацию, делать выводы, формулировать заключения и рекомендации.	<p>ПК-1.1. Знает методы и способы получения геологической и геофизической информации.</p> <p>ПК-1.2. Умеет оценивать необходимость и достаточность полученной геологической и геофизической информации для использования в научно-исследовательской деятельности.</p> <p>ПК-1.3. Владеет навыками получать геологическую и геофизическую ин-</p>

ОПОП		СМК-В1.П2-2023
Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.02.01 «Геотермофлюидомеханика гидротермальных и вулканических систем» для направления подготовки 05.04.01 «Геология», профиль подготовки «Вулканоология и сейсмология»		

		формацию в процессе исследований научных экспериментов и исследований в профессиональной области.
	ПК-2 Способен создавать и исследовать модели изучаемых объектов на основе использования углубленных теоретических и практических знаний в области геологии.	<p>ПК-2.1. Знает теоретические и практические знания в области геологии.</p> <p>ПК-2.2. Умеет создавать и исследовать модели изучаемых объектов на основе использования углубленных теоретических и практических знаний в области геологии.</p> <p>ПК-2.3. Владеет навыками создания моделей изучаемых объектов.</p>

#### 4. Содержание дисциплины

Основные соотношения термодинамических величин. Методы расчета значений термодинамических потенциалов при высоких температурах. Формы представления зависимости теплоемкости от температуры. Влияние давления на константу равновесия. Реакции с участием твердых фаз и газов. Реакция с участием растворенного вещества. Оценка констант диссоциации. Учет неидеальности поведения природных систем. Определение летучести газов. Методы экспериментального определения коэффициентов активности растворенных веществ. Влияние ионной силы на константу равновесия. Теория Дебая-Хюккеля при определении термодинамических характеристик растворов. Растворимость газов в водно-солевых растворах. Расчет констант устойчивости по данным о растворимости веществ в растворах. Равновесия в трехкомпонентных системах. Расчет, построение и анализ диаграмм растворимости. Диаграммы парциального давления и Eh-pH. Устойчивость соединений как функция парциальных давлений нескольких газов. Естественные пределы значений Eh и pH. Термодинамическое моделирование геохимических процессов. Методология построения модели и задачи моделирования. Расчет равновесного состава геохимических систем методом минимизации свободной энергии. Открытые системы. Потенциал Коржинского. Термодинамические модели гидротермального процесса и экзогенных процессов и явлений.

#### 5. Тематическое планирование

##### Модули дисциплины

№	Наименование модуля	Лекции	Практики / семинары	Лабораторные	Сам. работа	Всего, часов
1	Геотермофлюидомеханика гидротермальных и вулканических систем	18	18	0	36	72
	<b>Всего</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>0</b>	<b>36</b>	<b>72</b>

#### Тематический план

ОПОП	СМК-В1.П2-2023
Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.02.01 «Геотермофлюидомеханика гидротермальных и вулканических систем» для направления подготовки 05.04.01 «Геология», профиль подготовки «Вулканоология и сейсмология»	

### Модуль 1

№ темы	Тема	Кол-во часов	Компетенции по теме
	<b>Лекции</b>		
1	Основные соотношения термодинамических величин. Методы расчета значений термодинамических потенциалов при высоких температурах. Формы представления зависимости теплоемкости от температуры. Влияние давления на константу равновесия.	2	ПК-1, ПК-2
2	Реакции с участием твердых фаз и газов. Реакция с участием растворенного вещества.	2	ПК-1, ПК-2
3	Оценка констант диссоциации. Учет неидеальности поведения природных систем. Определение летучести газов.	2	ПК-1, ПК-2
4	Методы экспериментального определения коэффициентов активности растворенных веществ. Влияние ионной силы на константу равновесия.	2	ПК-1, ПК-2
5	Теория Дебая-Хюккеля при определении термодинамических характеристик растворов. Растворимость газов в водно-солевых растворах. Расчет констант устойчивости по данным о растворимости веществ в растворах.	2	ПК-1, ПК-2
6	Равновесия в трехкомпонентных системах. Расчет, построение и анализ диаграмм растворимости. Диаграммы парциального давления и Eh-pH.	2	ПК-1, ПК-2
7	Устойчивость соединений как функция парциальных давлений нескольких газов. Естественные пределы значений Eh и pH.	2	ПК-1, ПК-2
8	Термодинамическое моделирование геохимических процессов. Методология построения модели и задачи моделирования.	2	ПК-1, ПК-2

ОПОП	СМК-В1.П2-2023
Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.02.01 «Геотермофлюидомеханика гидротермальных и вулканических систем» для направления подготовки 05.04.01 «Геология», профиль подготовки «Вулканоология и сейсмология»	

9	Расчет равновесного состава геохимических систем методом минимизации свободной энергии. Открытые системы. Потенциал Коржинского. Термодинамические модели гидротермального процесса и экзогенных процессов и явлений.	2	ПК-1, ПК-2
	<b>Практическая работа (семинары)</b>		
1	Соотношение между концентрацией и активностью	2	ПК-1, ПК-2
2	Особенности строения растворов, расплавов.	2	ПК-1, ПК-2
3	Природа растворенных веществ.	2	ПК-1, ПК-2
4	Величины Eh и pH.	2	ПК-1, ПК-2
5	Парциальное давление.	2	ПК-1, ПК-2
6	Ионный обмен и чувствительные к ионам электроды.	2	ПК-1, ПК-2
7	Влияние температуры и давления на равновесие.	2	ПК-1, ПК-2
8	Влияние температуры и давления на равновесие.	2	ПК-1, ПК-2
9	Диаграммы для изучения равновесий силикатных и карбонатных фаз.	2	ПК-1, ПК-2
	<b>Самостоятельная работа</b>		
1	Геотермофлюидомеханика.	36	ПК-1, ПК-2

## 6. Самостоятельная работа

Самостоятельная работа включает две составные части: аудиторная самостоятельная работа и внеаудиторная.

Самостоятельная аудиторная работа включает выступление по темам семинарских занятий и обсуждение материала.

Внеаудиторная самостоятельная работа студентов заключается в следующих формах:

- изучение литературы; осмысление изучаемой литературы по темам самостоятельных работ;
- работа в информационно-справочных системах;
- аналитическая обработка текста (конспектирование).

Темы самостоятельной работы	Часы
-----------------------------	------

ОПОП		СМК-В1.П2-2023
Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.02.01 «Геотермофлюидомеханика гидротермальных и вулканических систем» для направления подготовки 05.04.01 «Геология», профиль подготовки «Вулканоология и сейсмология»		

1. Геотермофлюидомеханика. (конспект).	36
--	----

## 7. Примерная тематика контрольных работ, курсовых работ (при наличии)

Не запланировано.

## 8. Перечень вопросов на зачет

1. Основные соотношения термодинамических величин.
2. Методы расчета значений термодинамических потенциалов при высоких температурах.
3. Формы представления зависимости теплоемкости от температуры.
4. Влияние давления на константу равновесия.
5. Реакции с участием твердых фаз и газов.
6. Реакция с участием растворенного вещества.
7. Оценка констант диссоциации.
8. Учет неидеальности поведения природных систем. Определение летучести газов.
9. Методы экспериментального определения коэффициентов активности растворенных веществ.
10. Влияние ионной силы на константу равновесия.
11. Теория Дебая-Хюккеля при определении термодинамических характеристик растворов.
12. Растворимость газов в водно-солевых растворах.
13. Расчет констант устойчивости по данным о растворимости веществ в растворах.
14. Равновесия в трехкомпонентных системах.
15. Расчет, построение и анализ диаграмм растворимости.
16. Диаграммы парциального давления и Eh-pH.
17. Устойчивость соединений как функция парциальных давлений нескольких газов.
18. Естественные пределы значений Eh и pH.
19. Термодинамическое моделирование геохимических процессов.
20. Методология построения модели и задачи моделирования.
21. Расчет равновесного состава геохимических систем методом минимизации свободной энергии.
22. Открытые системы. Потенциал Коржинского.
23. Термодинамические модели гидротермального процесса и экзогенных процессов и явлений.

## 9. Учебно-методическое и информационное обеспечение

### 9.1. Основная литература:

1. Статьи А.В. Кирюхина (ИВиС ДВО РАН, лаборатория теплопереноса):  
<http://www.kscnet.ru/ivs/bibl/sotrudn/kiryukhin/avk2005-2006.htm>

### 9.2. Дополнительная литература:

1. Материалы ежегодных конференций, посвященных Дню вулканолога:  
[http://www.kscnet.ru/ivs/publication/volc\\_day/2022/](http://www.kscnet.ru/ivs/publication/volc_day/2022/)

ОПОП	СМК-В1.П2-2023
Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.02.01 «Геотермофлюидомеханика гидротермальных и вулканических систем» для направления подготовки 05.04.01 «Геология», профиль подготовки «Вулканология и сейсмология»	

2. Курбанов, С. А. Геология: учебник для вузов / С. А. Курбанов, Д. С. Магомедова, Н. М. Ниматулаев. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2019. — 167 с. — (Университеты России). — ISBN 978-5-534-10414-1. — Режим доступа: [www.biblio-online.ru/book/geologiya-429987](http://www.biblio-online.ru/book/geologiya-429987)

### 9.3. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет:

- ЭБС IPR BOOKS
- ЭБС ЮРАЙТ
- Сайт ФГБУН ИВиС ДВО РАН:  
<http://www.kscnet.ru/ivs/>
- Лекции ученых МГУ на teach-in. Геология:  
[https://teach-in.ru/course/3?tag=entangled|школьникам|лекции|спецкурс|семинары|научный доклад|мфк&category=geology&sort=title\\_asc#](https://teach-in.ru/course/3?tag=entangled|школьникам|лекции|спецкурс|семинары|научный доклад|мфк&category=geology&sort=title_asc#)

## 10. Формы и критерии оценивания учебной деятельности студента

На основании разработанной компетентностной модели выпускника образовательные цели представлены в виде набора компетенций как планируемых результатов освоения образовательной программы. Определение уровня достижения планируемых результатов освоения образовательной программы осуществляется посредством оценки уровня сформированности компетенции и оценки уровня успеваемости обучающегося по пятибалльной системе («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно», «зачтено», «не зачтено»).

Основными критериями оценки в зависимости от вида работы обучающегося являются: сформированность компетенций (знаний, умений и владений), степень владения профессиональной терминологией, логичность, обоснованность, четкость изложения материала, ориентирование в научной и специальной литературе.

### Критерии оценивания уровня сформированности компетенций и оценки уровня успеваемости обучающегося

#### Текущий контроль

Уровень сформированности компетенции	Уровень освоения модулей дисциплины (оценка)
Высокий	отлично
Базовый	хорошо
Пороговый	удовлетворительно
Компетенции не сформированы	неудовлетворительно

#### Промежуточная аттестация

Уровень сформированности компетенции	Уровень освоения дисциплины	Критерии оценивания обучающихся (работ обучающихся)	
		зачет	контрольная работа
Высокий	отлично	Расширенное знание и пони-	Полное раскрытие темы и ее

ОПОП		СМК-В1.П2-2023
Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.02.01 «Геотермофлюидомеханика гидротермальных и вулканических систем» для направления подготовки 05.04.01 «Геология», профиль подготовки «Вулканоология и сейсмология»		

	(зачтено)	знание содержания вопроса, свободное владение специальной терминологией.	содержание. Полные ответы на все дополнительные вопросы.
Базовый	хорошо (зачтено)	Хорошее знание и понимание содержания вопроса, свободное владение специальной терминологией, отдельные незначительные.	Неполное раскрытие темы и ее содержание. Неполные ответы на все дополнительные вопросы.
Пороговый	удовлетворительно (зачтено)	Знание и понимание основного содержания вопроса с некоторыми пробелами, недостаточное владение специальной терминологией.	Частичное раскрытие темы и ее содержание. Частичные ответы на все дополнительные вопросы.
Компетенции не сформированы	неудовлетворительно (не зачтено)	Отсутствует знание изучаемого материала и владение специальной терминологией.	Нет раскрытия темы и ее содержания. Отсутствуют ответы на все дополнительные вопросы.

### 11. Материально-техническая база

Программное обеспечение: электронная библиотека, локальная сеть КамГУ им. Витуса Беринга, учебные программы в электронном виде, электронные учебники, учебная обязательная и дополнительная литература.