

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова  
Геологический факультет

УТВЕРЖДАЮ  
и.о. декана Геологического факультета  
чл.-корр. РАН \_\_\_\_\_/Н.Н.Ерёмин/  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основы математического моделирования в петрологии**

Автор-составитель: Щербаков В.Д.

**Уровень высшего образования:**  
*Бакалавриат*

**Направление подготовки:**  
**05.03.01 Геология**

**Направленность (профиль) ОПОП:**  
**Геохимия**

Форма обучения:  
*Очная*

Рабочая программа рассмотрена и одобрена  
Учебно-методическим Советом Геологического факультета  
(протокол № \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_)

Москва

---

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки «Геология», (программы бакалавриата, реализуемых последовательно по схеме интегрированной подготовки).

Год (годы) приема на обучение: 2022

© Геологический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова

*Программа не может быть использована другими подразделениями университета и другими вузами без разрешения факультета.*

## Цель и задачи дисциплины

**Целью** курса «Основы математического моделирования в петрологии» являются освоение студентами методов построения простых математических моделей, методов их численного решения и знакомство с основными петрологическими задачами, решаемыми при помощи математического моделирования.

**Задачи** - освоение основных методов численного решения уравнений, численного дифференцирования и интегрирования, освоение методов решения типовых петрологических задач.

## Краткое содержание дисциплины (аннотация):

В рамках курса «Основы математического моделирования в петрологии» студенты знакомятся с основными методами и средствами математического моделирования петрологических процессов. В рамках курса студенты осваивают методы численного решения, линейных, нелинейных и дифференциальных уравнений и их систем, обучаются методам и принципам построения математических моделей и основными петрологическими задачами, решаемыми с помощью математического моделирования. Завершается курс знакомством со специализированными программными пакетами, используемыми для решения задач магматической и метаморфической петрологии.

**1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО** – вариативная часть, профессиональный цикл, профессиональные дисциплины по выбору, курс – III, семестр – 5.

**2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:** освоение дисциплин «общая химия», «физика», «общая геология», «минералогия»

**3. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников.**

Компетенции выпускников (коды)	Индикаторы (показатели) достижения компетенций	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), сопряженные с компетенциями
<b>ОПК-1.Б</b> Способен применять знания фундаментальных разделов наук о Земле, базовые знания естественно-научного и математического циклов при решении стандартных профессиональных задач (формируется частично).	<b>Б.ОПК-1. И-1.</b> Использует базовые знания фундаментальных разделов математических и естественных наук в профессиональной деятельности	<b>Знать:</b> основные методы математического моделирования
	<b>Б.ОПК-1. И-2.</b> Использует базовые знания фундаментальных разделов наук о Земле в профессиональной деятельности	<b>Уметь:</b> использовать основные приемы математического моделирования для описания петрологических процессов. <b>Владеть:</b> навыками моделирования фазовых равновесий в магматических и метаморфических системах.
<b>ОПК-6Б</b> Способен использовать в профессиональной деятельности информационно-коммуникационные	<b>Б.ОПК-6. И-1.</b> Использует знания информационно-коммуникационных технологий для решения стандартных задач	<b>Уметь:</b> применять специализированные петрологические программы для моделирования петрологических процессов

технологии, в т.ч. ГИС-технологии.	профессиональной деятельности.	
	<b>Б.ОПК-6. И-2.</b> Пользуется стандартными программными продуктами в области ГИС-технологий для обработки и визуализации геологических данных	<b>Владеть:</b> навыками интерпретации, визуализации и анализа данных, полученных при моделировании фазовых равновесий в петрологических системах
<b>ОПК-4 Б</b> Способен применять методы сбора, обработки и представления полевой геологической информации для решения стандартных профессиональных задач.	<b>Б.ОПК-4. И-1.</b> Владеет навыками использования современных методов полевых геологических работ.	<b>Знать:</b> основные современные методы сбора петрологических данных в полевых условиях.
	<b>Б.ОПК-4. И-2.</b> Применяет методы полевых исследований для получения информации при решении задач профессиональной деятельности.	<b>Уметь:</b> обрабатывать и визуализировать петрологические полевые данные; <b>Владеть:</b> методами анализа и интерпретации полевых петрологических данных;
<b>СПК-1.Б</b> Способен к поиску, критическому анализу, обобщению и систематизации научной информации в области наук геохимического цикла	<b>Б.СПК-1. И-1.</b> Владеет методами поиска и анализа информации в области наук геохимического цикла, в том числе – с применением современных информационно-коммуникационных технологий.	<b>Знать:</b> основные базы данных, используемые в области наук геохимического цикла и методики работы с ними;
	<b>Б.СПК-1. И-2.</b> Владеет навыками систематизации и интерпретации данных в области наук геохимического цикла.	<b>Уметь:</b> создавать и решать математические модели простейших петрологических задач; <b>Владеть:</b> навыками интерпретации, визуализации и анализа данных, полученных при моделировании фазовых равновесий в магматических и метаморфических системах.

**4. Формат обучения** – лекционные и семинарские занятия, не предполагает электронного обучения и использования дистанционных образовательных технологий (за исключением форс-мажорных обстоятельств – пандемии и т.п.)

**5. Объем дисциплины (модуля)** составляет **3 з.е., 108 академических часов**, в том числе **32 академических часа**, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (**16 часов** – занятия лекционного типа, **16 часов** – занятия семинарского типа) и **76 академических часов** на самостоятельную работу обучающихся. Форма промежуточной аттестации – зачет

**6. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий**

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля),  Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе				Самостоятельная работа обучающегося, часы * (виды самостоятельной работы – эссе, реферат, контрольная работа и пр. – указываются при необходимости)
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) Виды контактной работы, часы				
		Занятия лекционного типа	Занятия лабораторного типа	Занятия семинарского типа	Всего	
Введение. Основные задачи при проведении петрологических расчетов		2		2	4	
Погрешности, их виды, источники и методы определения		2		2	4	расчетно-графическая работа, 20 часов
Масс-балансовые расчеты, пересчеты при работе с химическими анализами минералов и горных пород.		4		4	8	расчетно-графическая работа, 20 часов
Численные методы и их применение для решения петрологических задач .		4		4	8	расчетно-графическая работа, 10 часов
Типовые модельные задачи в петрологии		4		4	8	подготовка к контрольному опросу, 16 часов
Промежуточная аттестация <i>зачет</i>						10
<b>Итого</b>	<b>108</b>			<b>32</b>		<b>76</b>

### **Содержание разделов дисциплины:**

Введение. Петрологические задачи, решаемые с применением численных методов.

Источники и виды ошибок. Ошибки арифметических операций. Ошибки итерационных вычислений.

Расчёты на основе уравнения масс-баланса.

Аппроксимация функций, заданных в табличном виде полиномами.

Численное дифференцирование. Аппроксимация производных, погрешность, использование интерполяционных формул.

Численное интегрирование. Методы прямоугольников и трапеций. Метод Симпсона.

Решение уравнения вида  $f(x) = 0$ . Метод деления отрезка пополам, итерационные функции.

Численные методы решения СЛАУ.

Использование разностных схем.

## **7. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)**

### **7.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости.**

Текущий контроль усвоения дисциплины осуществляется при сдаче каждым студентом выполненных расчетных работ.

Для текущего контроля студентов в ходе семестра проводятся контрольные опросы/работы.

#### ***Примерный перечень вопросов для проведения текущего контроля:***

1. Устранимая и неустранимая погрешности математического моделирования.
2. Абсолютная и относительная погрешности умножения, деления приближенных чисел.
3. Метод дихотомии (половинного деления) решения уравнений.
4. Решение систем линейных уравнений. Матричная форма записи систем линейных уравнений. Решение систем линейных уравнений методом обратной матрицы.
5. Методы численного интегрирования. Методы прямоугольников, трапеций.
6. Численные методы решения уравнений. Метод простой итерации.
7. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка. Метод Эйлера.
8. Погрешность вычисления функции одной и нескольких переменных.
9. Метод Симпсона численного интегрирования.
10. Метод хорд (секущих) решения уравнений.

### **7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации.**

#### ***Примерный перечень вопросов при промежуточной аттестации:***

1. Устранимая и неустранимая погрешности математического моделирования.
2. Абсолютная и относительная погрешности умножения, деления приближенных чисел.
3. Метод дихотомии (половинного деления) решения уравнений.
4. Решение систем линейных уравнений. Матричная форма записи систем линейных уравнений. Решение систем линейных уравнений методом обратной матрицы.

5. Методы численного интегрирования. Методы прямоугольников, трапеций.
6. Численные методы решения уравнений. Метод простой итерации.
7. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка. Метод Эйлера.
8. Погрешность вычисления функции одной и нескольких переменных.
9. Метод Симпсона численного интегрирования.
10. Метод хорд (секущих) решения уравнений.

### Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине.

Оценка результатов обучения, <i>соответствующие виды оценочных средств</i>	Незачет	Зачет
<b>Знания</b> основных методов и приемов математического моделирования, применяемых для решения современных петрологических задач	Знания отсутствуют или весьма фрагментарны	Знания систематические, но возможна их недостаточная структурированность или наличие небольших пробелов
<b>Умения</b> применять специализированные петрологические программы, решать системы линейных и нелинейных уравнений, создавать и решать математические модели простейших петрологических задач	Отсутствие умений или весьма несистематическое умение	В целом успешное умение применять специализированные петрологические программы и решать системы уравнений, но с возможными отдельными пробелами непринципиального характера
<b>Владение</b> навыками интерпретации, визуализации и анализа данных, полученных при моделировании фазовых равновесий в магматических и метаморфических системах	Отсутствие владения навыками интерпретации, визуализации и анализа данных, полученных при моделировании фазовых равновесий в магматических и метаморфических системах или наличие только отдельных навыков	Сформированные навыки интерпретации, визуализации и анализа данных, полученных при моделировании фазовых равновесий в магматических и метаморфических системах, но возможно их использование не в активной форме

### 8. Ресурсное обеспечение:

#### А) Перечень основной и дополнительной литературы.

##### - основная литература:

1. Турчак Л.И. Основы численных методов: учеб. пособие / Л.И. Турчак, П.В. Плотников. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 304 с.
2. Васильев, А.Н. Научные вычисления в Microsoft Excel. Издательский дом «Вильямс», 2004. – 512 с. : ил.

#### Б) Перечень программного обеспечения: Microsoft Office Excel

#### В) Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

#### Г) Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

Геологическая энциклопедия GeoWiki - <http://wiki.web.ru>.

**Д) Материально-техническое обеспечение:**

- а) помещение – аудитория, рассчитанная на группу из 15 учащихся;
- б) оборудование – персональные компьютеры;

**9. Язык преподавания** – русский.

**10. Преподаватель (преподаватели)** – Щербаков В.Д.

**11. Разработчик программы** – Щербаков В.Д.