

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

УТВЕРЖДАЮ

**Декан Геологического факультета
академик**

_____/Д.Ю.Пушаровский/

«__» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Основы математического моделирования

Автор-составитель: Захаров В.С.

Уровень высшего образования:

Бакалавриат

Направление подготовки:

05.03.01 Геология

Направленность (профиль) ОПОП:

Геология и полезные ископаемые

Форма обучения:

Очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена

Учебно-методическим Советом Геологического факультета

(протокол № _____, _____)

Москва 20__

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, магистратуры, реализуемых последовательно по схеме интегрированной подготовки*) в редакции приказа МГУ №1674 от 30 декабря 2016 г.

Год (годы) приема на обучение – 2016.

© 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

Цель – познакомить студентов с набором часто применяемых численных методов и научить практическим навыкам компьютерного моделирования.

Задачи: научить основным этапам моделирования; принципам построения моделей; основным численным методам; навыкам самостоятельной реализации часто применяемых численных методов и схем.

1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО – вариативная часть, профессиональный цикл, профессиональные дисциплины по выбору, курс – IV, семестр – 7.

2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:

освоение дисциплин «Высшая математика», «Информатика», «Физика

Дисциплина необходима в качестве предшествующей для дисциплин Геодинамика и математическое моделирование, Компьютерное моделирование геодинамических процессов, Прикладные аспекты компьютерного моделирования в геодинамике, Применение суперкомпьютеров в геодинамическом моделировании, дисциплин магистерской программы «Геотектоника и геодинамика», а также для научно-исследовательской работы и выполнения выпускных квалификационных работ.

3. Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников.

Компетенции выпускников, формируемые (полностью или частично) при реализации дисциплины:

ОПК-3.Б Способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности в соответствии с профилем подготовки (формируется частично),

ПК-2.Б Способность использовать знание теоретических основ фундаментальных геологических дисциплин при решении научно-исследовательских задач профессиональной деятельности (формируется частично).

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю):

знать: основные этапы моделирования; принципы построения моделей; основные численные методы;

уметь: осуществить самостоятельную компьютерную реализацию часто применяемых численных методов и схем.

владеть: навыками применения основных численных методов для решения прикладных задач.

4. Формат обучения – лекционные занятия

5. Объем дисциплины (модуля) составляет 1 з.е., в том числе 32 академических часов, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (28 часов – занятия лекционного типа, 4 часов – мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации), 4 академических часа 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

Краткое содержание дисциплины (аннотация):

Дается понятие о моделях и моделировании. Рассматриваются принципы и методы построения и анализа математических моделей. Рассматриваются основные численные

методы: основные методы решения систем линейных алгебраических уравнений, методы аппроксимации и интерполирования функций, методы спектрального анализа, методы минимизации функций, методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений, методы решения дифференциальных уравнений в частных производных.

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	
Раздел 1. Введение		1			1	
Раздел 2. Некоторые методы решения СЛАУ.		3			3	1 расчетно-графическая работа, 1 час
Раздел 3. Аппроксимация зависимостей методом наименьших квадратов		8			8	1 расчетно-графическая работа, 1 час
Раздел 4. Интерполяция зависимостей.		4			4	
Раздел 5. Спектральный анализ		4			4	
Раздел 6. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений.		4			4	1 расчетно-графическая работа, 1 час
Раздел 7. Решение дифференциальных уравнений в частных производных методом конечных разностей.		4			4	1 расчетно-графическая работа, 1 час
Промежуточная аттестация <u>зачет</u>						4**
Итого	36				28	8

Содержание разделов дисциплины:

Введение. Понятие о моделях и моделировании. Компьютерное моделирование. Принципы и методы построения и анализа математических моделей. Основные этапы компьютерного моделирования. Значение моделирования в научных исследованиях.

Некоторые методы решения СЛАУ. Стандартная запись систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ). Метод Гаусса (метод последовательного исключения). Метод прогонки (для систем с трехдиагональной матрицей). Итерационные методы (простых итераций и Зайделя). Условия сходимости итерационных процессов. Нормализация матриц.

Аппроксимация зависимостей методом наименьших квадратов. Метод наименьших квадратов (МНК). Линейная регрессия по методу наименьших квадратов. Коэффициент корреляции. Оценка статистической значимости аппроксимации.

Интерполяция зависимостей. Постановка задачи интерполирования. Условия Лагранжа. Интерполяция каноническим полиномом. Понятие о сплайне. Интерполяция кубическим сплайном.

Спектральный анализ. Понятие о спектральном анализе (анализе Фурье). Анализ Фурье периодических функций. Анализ Фурье непериодических функций. Численные методы анализа Фурье.

Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений. Методы решения дифференциальных уравнений. Обыкновенные дифференциальные уравнения (ОДУ). Задача Коши для ОДУ 1-го порядка. Численное решение задачи Коши. Метод Эйлера. Методы Рунге-Кутты 2-го порядка. Метод Рунге-Кутты 4-го порядка. Оценка погрешности численного метода. ОДУ высших порядков и системы ОДУ 1-го порядка. Задача Коши для ОДУ n-го порядка. Краевая задача для ОДУ.

Решение дифференциальных уравнений в частных производных методом конечных разностей. Понятие о методе конечных разностей (МКР). Дискретизация функций. Представление производных в конечных разностях. Конечно-разностная аппроксимация ОДУ. Представление частных производных в конечных разностях. Конечно - разностная аппроксимация ДУ в частных производных. Согласованность, устойчивость, сходимость разностной схемы. Численное решение одномерного уравнения теплопроводности МКР. Постановка задачи и граничные условия. Явный метод. Неявный метод.

Рекомендуемые образовательные технологии

Во время аудиторных занятий лекций с использованием ПК и компьютерного проектора, активные и интерактивные формы: демонстрация моделей, зависимости результатов моделирования от параметров, разбор конкретных ситуаций, обсуждение отдельных разделов дисциплины.

Самостоятельная работа студентов включает работу под руководством преподавателей (консультации и помощь при выполнении практических работ) и индивидуальную работу студента по выполнению расчетно-графических работ. Результаты выполнения работ по основным разделам дисциплины служат для текущей и промежуточной аттестации студентов.

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.

Основные темы расчетных заданий для проведения текущего контроля:

1. Решения систем линейных алгебраических уравнений методами Гаусса и прогонки.

2. Аппроксимация зависимости методом наименьших квадратов
3. Интерполяция зависимости кубическим сплайном.
4. Проведение спектрального анализа, вычисления спектра функции.
5. Поиск минимума функции 2-х переменных методом градиентного спуска.
6. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений методом Рунге-Кутты.
7. Численное решение одномерного уравнения теплопроводности.

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

Примерный перечень вопросов при промежуточной очной аттестации:

1. Понятие о моделях и моделировании.
2. Принципы и методы построения и анализа математических моделей.
3. Численное решение систем линейных алгебраических уравнений. Метод Гаусса.
4. Численное решение систем линейных алгебраических уравнений. Метод итераций.
5. Численное решение систем линейных алгебраических уравнений. Метод прогонки.
6. Численная аппроксимация МНК.
7. Полиномиальная интерполяция,
8. Интерполяция сплайнами.
9. Методы спектрального анализа.
10. Минимизация функции одной переменной методом золотого сечения.
11. Минимизация функции многих переменных методом координатного спуска.
12. Минимизация функции многих переменных методом градиентного спуска.
13. Способы решения дифференциальных уравнений. Задание начальных и краевых условий.
14. Понятие о конечных разностях. Дискретизация.
15. Явные и неявные методы численного решения.
16. Сходимость, устойчивость, погрешность аппроксимации.
17. Обыкновенные дифференциальные уравнения, системы обыкновенных дифференциальных уравнений.
18. Метод Эйлера численного решения дифференциальных уравнений.
19. Метод Рунге-Кутты дифференциальных уравнений.
20. Явный метод численного решения дифференциальных уравнений в частных производных.
21. Неявный метод численного решения дифференциальных уравнений в частных производных.

Требование к зачету:

1. Должен знать основные этапы моделирования, принципы построения моделей.
2. Должен уметь использовать основные численные методы.
3. Осуществляет самостоятельную компьютерную реализацию часто применяемых численных методов и схем.
4. Применяет основные численные методы для решения прикладных задач.

8. Ресурсное обеспечение:

А) Перечень основной и дополнительной литературы.

- основная литература:

1. Калиткин Н.Н. Численные методы: учеб. пособие для студентов ун-тов и втузов. СПб. : БХВ-Петербург, 2013. 586 с.
2. Тихонов, Самарский. Уравнения математической физики. М.: Наука, 2004. 798 с.
3. Ильина В.А., Силаев П.К. Численные методы для физиков-теоретиков. в 2-х томах. Ижевск: ИКИ, 2003. 118 с.

- дополнительная литература:

1. Поршнев С.В. Вычислительная математика. Курс лекций СПб.: БХВ-Петербург, 2004, 320 с.
2. Мудров А.Е. Численные методы для ПЭВМ на языках Бейсик, Фортран и Паскаль. Томск: "РАСКО", 1991, 271 с.
3. Форсайт Дж., Малькольм М.: Моулер К. Машинные методы математических вычислений. М.: Мир, 1980, 279 с.

Б) Перечень лицензионного программного обеспечения: пакет программ Microsoft Office PowerPoint

В) Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

1. Справочная система языка программирования Python 3. <https://www.python.org/doc/>.

Г) программное обеспечение и Интернет-ресурсы (лицензионное программное обеспечение не требуется):

1. Язык программирования Python 3. <https://www.python.org/download/releases/3.0/>.
2. Среда разработки программ PyCharm. <https://www.jetbrains.com/ru-ru/pycharm/> .
3. Интерактивная оболочка Jupyter Notebook. <https://jupyter.org/> .
4. Пакет Anaconda. <https://www.anaconda.com>.
5. Редактор Notepad++. <https://notepad-plus-plus.org/downloads/>.

Д) Материально-технического обеспечение: персональные компьютеры, мультимедийный проектор, компьютер, экран.

9. Язык преподавания – русский.

10. Преподаватель – Захаров В.С.

11. Автор (авторы) программы – Захаров В.С.