

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УМР

_____ Е.В. Коновалова

16 июня 2022 г., протокол УС №6

Численные методы и математическое моделирование

рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **Прикладной математики**

Учебный план b030302-ЦифрТех-22-2.plx
03.03.02 Физика
Направленность (профиль): Цифровые технологии в геофизике

Квалификация **бакалавр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **3 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 108
в том числе:
аудиторные занятия 64
самостоятельная работа 44

Виды контроля в семестрах:
зачеты с оценкой 4

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	4 (2.2)		Итого	
	17 2/6			
Неделя	уп	рп	уп	рп
Лекции	32	32	32	32
Практические	32	32	32	32
Итого ауд.	64	64	64	64
Контактная работа	64	64	64	64
Сам. работа	44	44	44	44
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):

к.ф.-м.н., Доцент, Дубовик А.О.

Рабочая программа дисциплины

Численные методы и математическое моделирование

разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 03.03.02 Физика (приказ Минобрнауки России от 07.08.2020 г. № 891)

составлена на основании учебного плана:

03.03.02 Физика

Направленность (профиль): Цифровые технологии в геофизике

утвержденного учебно-методическим советом вуза от 16.06.2022 протокол № 6.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Прикладной математики

Зав. кафедрой к.ф.-м.н., доцент Гореликов А.В.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	Формирование у обучающихся знаний теоретических основ численных методов и математического моделирования, их приложений.
1.2	Формирование у обучающихся умений и навыков применения полученных знаний обработки и представления данных при решении различных прикладных задач в области профессиональной деятельности с помощью ЭВМ.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Цикл (раздел) ООП:	Б1.О.04
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	Информатика
2.1.2	Математический анализ
2.1.3	Дифференциальные уравнения
2.1.4	Линейная алгебра и аналитическая геометрия
2.2	Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Основы научной деятельности
2.2.2	Компьютерные технологии в геофизике
2.2.3	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.4	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ОПК-2.3: Обрабатывает и представляет полученные экспериментальные данные

ОПК-1.3: Использует знания в области математических дисциплин для классификации и описания основных физических процессов в сфере своей профессиональной деятельности

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	численные методы решения основных задач вычислительной математики;
3.1.2	оценки скорости сходимости методов и оценки погрешности решения,
3.1.3	теоретические основы математического моделирования
3.2	Уметь:
3.2.1	применять численные методы при решении профессиональных задач, связанных с построением математических моделей, обработкой и представлением результатов экспериментальных исследований объектов профессиональной деятельности.
3.3	Владеть:
3.3.1	методами и навыками решения вычислительных задач.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Примечание
	Раздел 1. Основы теории погрешностей					
1.1	Определение основных видов погрешностей. Определение абсолютной и относительной погрешностей. Формы записи приближенных чисел (с абсолютной и относительной погрешностями). Определение верной значащей цифры. Формулы вычисления погрешностей арифметических операций. Формула вычисления погрешности функций нескольких переменных. /Лек/	4	4	ОПК-1.3 ОПК-2.3	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3	

1.2	Определение основных видов погрешностей. Определение абсолютной и относительной погрешностей. Формы записи приближенных чисел (с абсолютной и относительной погрешностями). Определение верной значащей цифры. Формулы вычисления погрешностей арифметических операций. Формула вычисления погрешности функций нескольких переменных. /Пр/	4	2	ОПК-1.3 ОПК-2.3	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3	
1.3	Определение основных видов погрешностей. Определение абсолютной и относительной погрешностей. Формы записи приближенных чисел (с абсолютной и относительной погрешностями). Определение верной значащей цифры. Формулы вычисления погрешностей арифметических операций. Формула вычисления погрешности функций нескольких переменных. /Ср/	4	4	ОПК-1.3 ОПК-2.3	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3	
Раздел 2. Численные методы решения нелинейных уравнений						
2.1	Основные этапы решения задачи. Метод простой итерации: итерационная формула, условие сходимости, скорость сходимости, критерий окончания. Метод Ньютона: итерационная формула, условие сходимости, скорость сходимости, критерий окончания. Модификации метода Ньютона. /Лек/	4	4	ОПК-1.3 ОПК-2.3	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3	
2.2	Основные этапы решения задачи. Метод простой итерации: итерационная формула, условие сходимости, скорость сходимости, критерий окончания. Метод Ньютона: итерационная формула, условие сходимости, скорость сходимости, критерий окончания. Модификации метода Ньютона. /Пр/	4	2	ОПК-1.3 ОПК-2.3	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3	
2.3	Основные этапы решения задачи. Метод простой итерации: итерационная формула, условие сходимости, скорость сходимости, критерий окончания. Метод Ньютона: итерационная формула, условие сходимости, скорость сходимости, критерий окончания. Модификации метода Ньютона. /Ср/	4	4	ОПК-1.3 ОПК-2.3	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3	
2.4	Контрольная работа /Контр.раб./	4	0	ОПК-1.3 ОПК-2.3	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3	Контрольная работа

	Раздел 3. Численные методы решения СЛАУ				
3.1	Определение нормы. Формулы вычисления норм векторов и матриц в трех пространствах. Сходимость по норме (определение). Метод простой итерации (Якоби): условие, скорость сходимости, критерий окончания. Метод Зейделя: условие, скорость сходимости, критерий окончания. /Лек/	4	4	ОПК-1.3 ОПК-2.3	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3
3.2	Определение нормы. Формулы вычисления норм векторов и матриц в трех пространствах. Сходимость по норме (определение). Метод простой итерации (Якоби): условие, скорость сходимости, критерий окончания. Метод Зейделя: условие, скорость сходимости, критерий окончания. /Пр/	4	4	ОПК-1.3 ОПК-2.3	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3
3.3	Определение нормы. Формулы вычисления норм векторов и матриц в трех пространствах. Сходимость по норме (определение). Метод простой итерации (Якоби): условие, скорость сходимости, критерий окончания. Метод Зейделя: условие, скорость сходимости, критерий окончания. /Ср/	4	4	ОПК-1.3 ОПК-2.3	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3
	Раздел 4. Численные методы решения нелинейных систем				
4.1	Основные этапы решения задачи. Метод простой итерации: итерационная формула, условие сходимости, критерий окончания. Метод Ньютона: итерационная формула, условие сходимости, скорость сходимости, критерий окончания. /Лек/	4	4	ОПК-1.3 ОПК-2.3	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3
4.2	Основные этапы решения задачи. Метод простой итерации: итерационная формула, условие сходимости, критерий окончания. Метод Ньютона: итерационная формула, условие сходимости, скорость сходимости, критерий окончания. /Пр/	4	4	ОПК-1.3 ОПК-2.3	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3
4.3	Основные этапы решения задачи. Метод простой итерации: итерационная формула, условие сходимости, критерий окончания. Метод Ньютона: итерационная формула, условие сходимости, скорость сходимости, критерий окончания. /Ср/	4	4	ОПК-1.3 ОПК-2.3	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3
	Раздел 5. Методы интерполирования и приближения функций				

5.1	Постановка задачи интерполяции алгебраическими многочленами. Существование и единственность решения задачи интерполяции. Многочлен в форме Лагранжа. Разделенные разности. Многочлен в форме Ньютона. Погрешность интерполяции. Многочлены Чебышева: основное свойство, формула вычисления корней. Применение полиномов Чебышева для минимизации погрешности интерполяции. Преобразование Фурье. Равномерное приближение. Постановка задачи. Существование и единственность. Среднеквадратическое приближение и МНК. /Лек/	4	4	ОПК-1.3 ОПК-2.3	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3	
5.2	Постановка задачи интерполяции алгебраическими многочленами. Существование и единственность решения задачи интерполяции. Многочлен в форме Лагранжа. Разделенные разности. Многочлен в форме Ньютона. Погрешность интерполяции. Многочлены Чебышева: основное свойство, формула вычисления корней. Применение полиномов Чебышева для минимизации погрешности интерполяции. Преобразование Фурье. Равномерное приближение. Постановка задачи. Существование и единственность. Среднеквадратическое приближение и МНК. /Пр/	4	4	ОПК-1.3 ОПК-2.3	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3	
5.3	Постановка задачи интерполяции алгебраическими многочленами. Существование и единственности решения задачи интерполяции. Многочлен в форме Лагранжа. Разделенные разности. Многочлен в форме Ньютона. Погрешность интерполяции. Многочлены Чебышева: основное свойство, формула вычисления корней. Применение полиномов Чебышева для минимизации погрешности интерполяции. Преобразование Фурье. Равномерное приближение. Постановка задачи. Существование и единственность. Среднеквадратическое приближение и МНК. /Ср/	4	6	ОПК-1.3 ОПК-2.3	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3	
	Раздел 6. Методы численного интегрирования и дифференцирования					
6.1	Формулы численного дифференцирования. Простейшие квадратурные формулы (прямоугольников, трапеций, Симпсона). Погрешность интегрирования (формулы прямоугольников, трапеций, Симпсона). Правило Рунге оценки погрешности (формула). Формулы интегрирования Гаусса. /Лек/	4	4	ОПК-1.3 ОПК-2.3	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3	

6.2	Формулы численного дифференцирования. Простейшие квадратурные формулы (прямоугольников, трапеций, Симпсона). Погрешность интегрирования (формулы прямоугольников, трапеций, Симпсона). Правило Рунге оценки погрешности (формула). Формулы интегрирования Гаусса. /Пр/	4	6	ОПК-1.3 ОПК-2.3	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3
6.3	Формулы численного дифференцирования. Простейшие квадратурные формулы (прямоугольников, трапеций, Симпсона). Погрешность интегрирования (формулы прямоугольников, трапеций, Симпсона). Правило Рунге оценки погрешности (формула). Формулы интегрирования Гаусса. /Ср/	4	6	ОПК-1.3 ОПК-2.3	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3
Раздел 7. Численные методы решения задачи Коши					
7.1	Метод Эйлера. Метод Эйлера-Коши. Метод Рунге-Кутты. Правило Рунге оценки погрешности. /Лек/	4	4	ОПК-1.3 ОПК-2.3	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3
7.2	Метод Эйлера. Метод Эйлера-Коши. Метод Рунге-Кутты. Правило Рунге оценки погрешности. /Пр/	4	4	ОПК-1.3 ОПК-2.3	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3
7.3	Метод Эйлера. Метод Эйлера-Коши. Метод Рунге-Кутты. Правило Рунге оценки погрешности. /Ср/	4	6	ОПК-1.3 ОПК-2.3	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3
Раздел 8. Математическое моделирование. Численное решение задач математической физики.					
8.1	Математическое моделирование. Процесс создания математической модели. Основные этапы решения инженерной задачи с применением ЭВМ. Вычислительный эксперимент. Краевая задача для одномерного стационарного уравнения теплопроводности. Метод конечных разностей. Аппроксимация дифференциального уравнения и краевых условий. Численное решение одномерной нестационарной задачи теплопроводности. /Лек/	4	4	ОПК-1.3 ОПК-2.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.2Л3.2 Э1

8.2	Математическое моделирование. Процесс создания математической модели. Основные этапы решения инженерной задачи с применением ЭВМ. Вычислительный эксперимент. Краевая задача для одномерного стационарного уравнения теплопроводности. Метод конечных разностей. Аппроксимация дифференциального уравнения и краевых условий. Численное решение одномерной нестационарной задачи теплопроводности. /Пр/	4	6	ОПК-1.3 ОПК-2.3	Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.2 Э2	
8.3	Математическое моделирование. Процесс создания математической модели. Основные этапы решения инженерной задачи с применением ЭВМ. Вычислительный эксперимент. Краевая задача для одномерного стационарного уравнения теплопроводности. Метод конечных разностей. Аппроксимация дифференциального уравнения и краевых условий. Численное решение одномерной нестационарной задачи теплопроводности. /Ср/	4	6	ОПК-1.3 ОПК-2.3	Л1.3Л2.2Л3.1 Л3.2 Э3	
8.4	Зачет с оценкой /ЗачётСОц/	4	4	ОПК-1.3 ОПК-2.3	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3	Вопросы и задания для зачета

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

5.1. Контрольные вопросы и задания

Представлено отдельным документом

5.2. Темы письменных работ

Представлено отдельным документом

5.3. Фонд оценочных средств

Представлено отдельным документом

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л1.1	Бахвалов Н. С., Жидков Н. П., Кобельков Г. М.	Численные методы	М.: Бинوم. Лаборатория знаний, 2004	20
Л1.2	Устинов С. М., Зимницкий В. А.	Вычислительная математика: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям подготовки 220100 "Системный анализ и управление" и 230100 "информатика и вычислительная техника"	СПб.: БХВ-Петербург, 2009	15
Л1.3	Колдаев В. Д., Гагарина Л. Г.	Численные методы и программирование: Учебное пособие	Москва: Издательский Дом "ФОРУМ", 2017, электронный ресурс	1

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л1.4	Пирумов У. Г., Гидаспов В. Ю., Иванов И. Э., Ревизников Д. Л., Стрельцов В. Ю., Формалев В. Ф.	Численные методы: Учебник и практикум для вузов	Москва: Юрайт, 2022, электронный ресурс	1
6.1.2. Дополнительная литература				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л2.1	Копченова Н. В., Марон И. А.	Вычислительная математика в примерах и задачах	Москва: Лань, 2009, электронный ресурс	1
Л2.2	Воеводин В. В.	Вычислительная математика и структура алгоритмов: Учебник	Москва: Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 2010, электронный ресурс	1
Л2.3	Трошина Г. В.	Решение задач вычислительной математики с использованием языка программирования пакета MathCad: Учебное пособие	Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2009, электронный ресурс	1
6.1.3. Методические разработки				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л3.1	Лысенкова С. А., Назина Н. Б.	Численные методы: учебно-методические пособия	Сургут: Издательский центр СурГУ, 2014	76
Л3.2	Макоха А. Н., Дерябин М. А.	Основы вычислительной математики, математического и информационного моделирования: Лабораторный практикум	Ставрополь: Северо- Кавказский федеральный университет, 2018, электронный ресурс	1
6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"				
Э1	Научная электронная библиотека http://elibrary.ru			
Э2	Общероссийский математический портал Math-Net.Ru			
Э3	База данных (БД) ВИНТИ http://www.viniti.ru			
6.3.1 Перечень программного обеспечения				
6.3.1.1	Операционная система Microsoft Windows;			
6.3.1.2	Пакет прикладных программ Microsoft Office;			
6.3.1.3	PTC MathCAD 15.			
6.3.2 Перечень информационных справочных систем				
6.3.2.1	«Национальная электронная библиотека» нэб.рф			
6.3.2.2	Гарант-информационно-правовой портал. http://www.garant.ru/			
6.3.2.3	КонсультантПлюс – надежная правовая поддержка. http://www.consultant.ru/			
6.3.2.4	Электронные книги Springer Nature (Science, Technology and Medicine Collections) https://link.springer.com/			

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
7.1	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения (доска, экран (стационарный или переносной), проектор (стационарный или переносной)). Операционная система Microsoft Windows. Пакет прикладных программ Microsoft Office.
7.2	Помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечения доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.