Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра математических методов и моделей в экономике

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.Б.21 Численные методы»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки
01.03.04 Прикладная математика
(код и наименование направления подготовки)

Математическое и компьютерное моделирование
(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Год набора 2023

Рабочая программа дисциплины «*Б1.Д.Б.21 Численные методы*» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

математических методов и моделей в экономике
наименование кафедры

протокол № 8 от " 6 " февраля 2023г.

И.о. заведующего кафедрой
математических методов и моделей в экономике Н.П.Фот
наименование кафедры *подпись* *расшифровка подписи*

Исполнители:
Доцент кафедры математических методов и моделей в экономике Р.М.Безбородникова
должность *подпись* *расшифровка подписи*

должность *подпись* *расшифровка подписи*

СОГЛАСОВАНО:
Председатель методической комиссии по направлению подготовки
01.03.04 Прикладная математика
код наименование *личная подпись* *расшифровка подписи*

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов
личная подпись С.А. Бикташирова
расшифровка подписи

Уполномоченный по качеству факультета
Н.А.Тычинина
личная подпись *расшифровка подписи*

№ регистрации _____

Безбородникова Р.М., 2023
ОГУ, 2023

2

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель (цели) освоения дисциплины:

формирование теоретических знаний и практических навыков применения численных методов качестве инструмента математической обработки данных, построения алгоритмов и организации вычислительных процессов на ПЭВМ для формирования компетенций в области построения решений прикладных задач на основе информационных технологий.

Задачи:

- освоить численные методы исследования и решения нелинейных алгебраических уравнений,

исследования систем линейных и нелинейных алгебраических уравнений, решения задач безусловной оптимизации, аппроксимации функций, численного интегрирования и дифференцирования, численного решения задач для обыкновенных дифференциальных уравнений;

- приобрести навыки математической формализации прикладных задач;
- формировать умения и навыки выбора численных методов решения задачи конкретного класса и исследовать свойства полученного численного решения;
- приобрести навыки разработки собственного программного обеспечения и применения стандартных пакетов прикладных программ для решения задач численного анализа.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к базовой части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.14 Математический анализ, Б1.Д.Б.15 Линейная алгебра и аналитическая геометрия, Б1.Д.Б.16 Дискретная математика и математическая логика, Б1.Д.Б.18 Введение в математическое моделирование, Б1.Д.Б.19 Специальные разделы прикладной математики, Б1.Д.Б.28 Программирование, Б1.Д.Б.29 Объектно-ориентированный анализ и программирование*

Постреквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.23 Математическое моделирование, Б1.Д.В.3 Случайные процессы и основы теории массового обслуживания, Б1.Д.В.8 Краевые задачи для дифференциальных уравнений и численные методы их решения, Б1.Д.В.Э.4.1 Параллельное и распределенное программирование, Б2.П.Б.У.1 Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы), ФДТ.1 Практикум "Технологии информационного обеспечения научно-исследовательской работы"*

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ОПК-2 Способен обоснованно выбирать, дорабатывать и применять для решения исследовательских и проектных задач математические методы и модели, осуществлять проверку адекватности моделей, анализировать	ОПК-2-В-3 Обоснованно выбирает и применяет численные методы для решения исследовательских и проектных задач, исследует полученное численное решение	**Знать:** численные методы решения алгебраических уравнений и систем, нахождения собственных чисел, собственных векторов, решения задач аппроксимации функций, решение и исследование обыкновенных

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
результаты, оценивать надежность и качество функционирования систем		дифференциальных уравнений и систем, используемых при решении исследовательских и проектных задач и условия их применимости **Уметь:** обоснованно использовать перечисленный выше математический инструментарий для решения исследовательских задач и анализировать полученное численное решение **Владеть:** навыками: построения численного решения исследовательских задач; анализа результатов; и оценки точности
ОПК-3 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-3-В-1 Использует современные информационные технологии для решения задач анализа и моделирования процессов и систем	**Знать:** Основные методы и алгоритмы численных методов для решения задач профессиональной деятельности **Уметь:** Использовать реализовывать алгоритмы численных методов с помощью современных информационных технологий **Владеть:** навыками использования численных методов для решения задач анализа и моделирования процессов и систем
ОПК-4 Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения	ОПК-4-В-2 Разрабатывает алгоритмы и создает на их основе собственные программные средства для решения прикладных задач обработки данных на ЭВМ	**Знать:** знает алгоритмы и создает на их основе программные средства решения задач численного анализа **Уметь:** умеет разрабатывать

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		алгоритмы и создавать на их основе программные средства решения задач численного анализа **Владеть:** владеет навыками разработки алгоритмов и создании на их основе программных средств решения задач численного анализа

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц (180 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	4 семестр	всего
Общая трудоёмкость	**180**	**180**
Контактная работа:	**66,25**	**66,25**
Лекции (Л)	34	34
Практические занятия (ПЗ)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	16	16
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25
Самостоятельная работа: *- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий;* *- подготовка к лабораторным занятиям;* *- подготовка к практическим занятиям*	**113,75**	**113,75**
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	**диф. зач.**	

Разделы дисциплины, изучаемые в 4 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Погрешность в приближенных вычислениях	1,5	1	-	-	0,5
2	Прямые методы решения систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ)	20	4	2	2	12

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
3	Обусловленность СЛАУ и методы решения плохо обусловленных СЛАУ	20	2	2	2	14
4	Методы решения алгебраических проблем собственных значений	26	4	2	2	18
5	Итерационные методы решения СЛАУ	20	4	2	2	12
6	Решение нелинейных уравнений	20	4	2	2	12
7	Методы решения систем нелинейных алгебраических уравнений	18	2		2	14
8	Методы аппроксимации функций	23	5	2	2	14
9	Численное дифференцирование и интегрирование	12	2	2	1	8
10	Численные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений(ОДУ)	18	6	3	1	8
	Индивидуальная работа и инновационные формы учебных занятий	1				1
	Промежуточная аттестация (диф. зачет)	0,5				0,5
	Итого:	180	34	16	16	114
	Всего:	180	34	16	16	114

4.2 Содержание разделов дисциплины

№ 1 Погрешность в приближенных вычислениях Погрешность задачи, погрешность метода, неустранимая и устранимая погрешности. Погрешность округления. Абсолютная, относительная, предельная погрешности. Оценивание погрешности: обратная задача теории погрешности. Статистический и технический подходы к учету погрешности. Погрешности машинной арифметики. Понятие устойчивых и неустойчивых задач и методов.

№ 2 Прямые методы решения систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ) Метод Гаусса, теорема о LU- разложении, условия применимости метода Гаусса, метод Гаусса с выбором главного элемента, условия применимости. Вычисление определителя. Обращение матрицы. Метод квадратного корня решения СЛАУ. Метод прогонки решения СЛАУ с трехдиагональной матрицей.

№ 3 Обусловленность СЛАУ и методы решения плохо обусловленных СЛАУ Устойчивость решения СЛАУ. Плохо обусловленные СЛАУ. Число обусловленности, его свойства. Метол вращений решения плохо обусловленных СЛАУ. Методы регуляризации решения плохо обусловленных систем.

№ 4 Методы решения алгебраических проблем собственных значений. Степенной метод и его модификации решения частичной проблемы собственных значений. Метод вращения Якоби решения симметричной полной проблемы собственных значений и его модификации: LU, QR-алгоритмы для несимметричных задач, их модификации.

№ 5 Итерационные методы решения СЛАУ. Методы простых итераций, Якоби, Зейделя решение СЛАУ. Достаточные условия сходимости. Каноническая форма записи од-ношаговых итерационных методов. Стационарные итерационные методы, необходимое и достаточ-ное условие сходимости стационарных итерационных методов. Нестационарные итерационные ме-тоды: методы Ричардсона, явные и неявные итерационные методы с чебышевским набором парамет-ров.

№ 6 Решение нелинейных уравнений. Отделение корней. Уточнение корней методом итераций, Ньютона, методом хорд, методом равномерного поиска, метод интерполяционных кривых.

№ 7 Методы решения систем нелинейных алгебраических уравнений Методы решения систем нелинейных алгебраических уравнений (СНАУ). Метод Ньютона и его модификации решения СНАУ. Оптимизационные методы исследования и решения СНАУ: сведение задачи решения САУ к

задаче оптимизации функций многих переменных; методы наискорейшего спуска и его модификации, метод Бройдена, методы сопряженных направлений, квазиньютоновскийе методы.

№ 8 Методы аппроксимации функций. Обобщенный интерполяционный многочлен: постановка задачи, чебышевская система функций, степенные интерполяционные многочлены в форме Лагранжа, Ньютона. Оценка погрешности. Многочлены Чебышева. Оптимизация погрешности интерполяции. Аппроксимация сплайнами: постановка задачи, сплайны третьего порядка: определение, построение.

№ 9 Численное дифференцирование и интегрирование. Примеры построения формул численного дифференцирования. Порядок точности. Метод Гаусса вычисление определенного интеграла. Правило Рунге оценки погрешности.

№ 10 Численные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ) Сетка узлов, сеточная функция. Понятие сходимости, порядок точности, погрешность аппроксимации, порядок аппроксимации. Одношаговые разностные методы Эйлера, методы Рунге-Кутта. Многошаговые методы решения ОДУ. Методы сведения краевых задач к начальным.

4.3 Лабораторные работы

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	2	Освоение алгоритмов решения СЛАУ прямыми методами	2
2	3	Освоение алгоритмов исследования и решения плохо обусловленных СЛАУ	2
3	4	Освоение алгоритмов решения проблемы собственных значений: степенной метод	2
4	5	Освоение алгоритмов решения СЛАУ итерационными методами.	2
5	6	Освоение алгоритмов решения нелинейных алгебраических уравнений	2
6	7	Метод Ньютона решения систем нелинейных алгебраических уравнений.	2
7	8	Освоение алгоритмов решения задачи аппроксимации функций интерполяционными многочленами, сплайнами, МНК.	2
8	9-10	Численное дифференцирование. Программная реализация методов решения задачи Коши для ОДУ и систем ОДУ	2
		Итого:	16

4.4 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	2	Алгоритмы прямых методов решения СЛАУ: методы Гаусса, LU-разложение, метод квадратных корней. Алгоритмы вычисления определителя и обратной матрицы.	2
2	3	Исследование СЛАУ на обусловленность.	2
3	4	Методы решения алгебраических проблем собственных значений.	2
4	5	Итерационные методы решения СЛАУ(алгоритмы, сходимость, критерии останова).	2
5	6	Решение нелинейных уравнений (алгоритмы, сходимость, критерии останова).	2
6	8	Аппроксимация функций: построение интерполяционных многочленов в форме Лагранжа, конечные и разделенные разности, интерполяционный многочлен в форме Ньютона	2
8	9-10	Численное дифференцирование и интегрирование. Численные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ)	4
		Итого:	16

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1. Саад, Ю. Итерационные методы для разреженных линейных систем [Текст] : в 2 т. / Ю. Саад ; пер. с англ. Х. Д. Икрамова. - 2-е изд. - Москва : МГУ, 2013. - (Суперкомпьютерное образование / Суперкомпьютер. консорциум ун-тов России).. - ISBN 978-5-211-06429-4 Т. 1 : . - , 2013. - 325 с. (ентл 30)

2. Бахвалов, Н. С. Численные методы [Текст] : учеб. пособие для вузов / Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков; МГУ им. М. В. Ломоносова.- 6-е изд. - М. : Бином, 2008. - 636 с. (ентл 83)

3.Киреев, В. И. Численные методы в примерах и задачах [Текст] : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению "Прикладная математика" / В. И. Киреев, А. В. Пантелеев.- 4-е изд., испр. - Санкт-Петербург : Лань, 2015. - 448 с. (ентл 15)

5.2 Дополнительная литература

1. Вержбицкий В.М. Основы численных методов: Учебник для вузов / Под ред. В.м. Вержбицкого. – М.: Высшая школа, 2002. – 840с.

2. Шевцов Г.С. Численные методы линейной алгебры[Текст] учебное пособие для вузов/ Г.С. Шевцов, О.Г. Крюкова, Б.И. Мызникова.- М: Финансы и статистика. - 2008.- 480с

3. Гильмутдинов, Р. Ф. Численные методы : учебное пособие / Р. Ф. Гильмутдинов. — Казань : КНИТУ, 2018. — 92 с. — ISBN 978-5-7882-2427-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/138451 (дата обращения: 17.04.2023).

Методические материалы

Яркова, О. Н. Численные методы [Электронный ресурс] : метод. указания / О. Н. Яркова, О. И. Бантикова; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т", Каф. мат. методов и моделей в экономике. - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 285.71 Кб). - Оренбург : ОГУ, 2012. - 17 с. - Загл. с тит. экрана. - Adobe Acrobat Reader 5.0. - Режим доступа: http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/3073_20120402.pdf. - № гос. регистрации 0321202309.

5.3 Периодические издания

Экономика и математические методы: журнал. 71112. - Москва : Академиздатцентр "Наука" РАН.. - 2019. - Т. 55, № 1-4.. - 2022. - Т. 56, № 1-4.

Экономика и математические методы : журнал. - М. : Агентство "Роспечать", 2022.

Вычислительные технологии : журнал. - М. : Агентство "Роспечать", 2016. - Т. 21, № 1-6.

Математическое моделирование : журнал. - Москва : Агентство "Роспечать", 2019. - Т. 31, № 1-12, 2022. - Т. 32, № 1-12.

Прикладная математика и механика : журнал. - М. : Агентство "Роспечать", 2016. - Т. 80, № 1-6.

Применение математических методов в экономических исследованиях и планировании : реферативный журнал: вып. свод. тома. - Москва : ВИНИТИ РАН, 2019. - № 1-12.

Вестник компьютерных и информационных технологий : журнал. - Москва : Агентство "Роспечать", 2019. - № 1-12, 2022. - Т. 17, № 1-12.

5.4 Интернет-ресурсы

https://www.ams.org – Американское математическое сообщество (статьи, журналы) https://mathscinet.ams.org/mathscinet/ - публикации научных работ (математические науки)

http://www.itlab.unn.ru/?dir=101 Лаборатория информационные технологии (образовательные ресурсы)

http://old.exponenta.ru/ - образовательный математический сайт http://window.edu.ru/ - единое окно доступа к образовательным ресурсам

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Перечень лицензионного программного обеспечения

1. Операционная система Microsoft Windows
2. Пакет настольных приложений Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint, OneNote, Outlook, Publisher, Access)
3. Средства для разработки и проектирования Microsoft Visual Studio
4. Интегрированная система решения математических, инженерно-технических и научных задач MathCAD 14.0 (лицензия ОГУ, выделена на каф. ММиМЭ на 10 ПК)
5. ПО для решения широкого спектра научных и прикладных задач MathWorks MATLAB R2013b + Fuzzy Logic Toolbox + Wavelet Toolbox
6. Приложение для создания диаграмм Microsoft Visio

Свободно-распространяемое ПО

Кросплатформенный, свободно распространяемый офисный пакет с открытым исходным кодом LibreOffice

Средства для разработки прикладных программ PascalABC.NET

Профессиональные базы данных

1. Технорма / Документ [Электронный ресурс] : [система программных продуктов] / ООО Глосис-Сервис, ФБУ КВФ Интерстандарт. – Версия 1.11.36. – Электрон. дан. и прогр. – [Москва; Санкт-Петербург], [1999–2013]. – Режим доступа осуществляется в локальной сети ОГУ.
2. SCOPUS [Электронный ресурс] : реферативная база данных / компания Elsevier. – Режим доступа: https://www.scopus.com/, в локальной сети ОГУ.
3. Web of Science [Электронный ресурс]: реферативная база данных / компания Clarivate Analytics. – Режим доступа : http://apps.webofknowledge.com/, в локальной сети ОГУ.

Информационные справочные системы

1. Законодательство России [Электронный ресурс] : информационно-правовая система. – Режим доступа : http://pravo.fso.gov.ru/ips/, в локальной сети ОГУ.
2. Консультант Плюс [Электронный ресурс] : справочно-правовая система / Компания Консультант Плюс. – Электрон. дан. – Москва, [1992–2021]. – Режим доступа : в локальной сети ОГУ \\fileserver1\!CONSULT\cons.exe
3. Гарант [Электронный ресурс] : справочно-правовая система / НПП Гарант-Сервис. – Электрон. дан. - Москва, [1990–2021]. – Режим доступа \\fileserver1\GarantClient\garant.exe в локальной сети ОГУ.

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения лабораторных занятий используется лаборатория «*Наименование*» (при наличии), (компьютерный класс) оснащенная/ оснащенный (указывается конкретное оборудование и т.п.)

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.