Минобрнауки России

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

Кафедра компьютерной безопасности и математического обеспечения информационных систем

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.Б.27 Численные методы»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

01.03.02 Прикладная математика и информатика

(код и наименование направления подготовки)

Прикладное программирование и корпоративные информационные системы

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Год набора 2023

2045579

Рабочая программа дисциплины «*Б1.Д.Б.27 Численные методы*» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра компьютерной безопасности и математического обеспечения информационных систем
наименование кафедры

протокол № 7 от "9" марта 2023 г.

Заведующий кафедрой
Кафедра компьютерной безопасности и математического обеспечения информационных систем — И.В. Влацкая
наименование кафедры *подпись* *расшифровка подписи*

Исполнители:
ст.преподаватель — Н.С. Надточий
должность *подпись* *расшифровка подписи*

должность *подпись* *расшифровка подписи*

СОГЛАСОВАНО:
Председатель методической комиссии по направлению подготовки
01.03.02 Прикладная математика и информатика — И.П. Болодурина
код наименование *личная подпись* *расшифровка подписи*

Заведующий отделом комплектования научной библиотеки
Н.Н. Бигалиева
личная подпись *расшифровка подписи*

Уполномоченный по качеству факультета
И.В. Крючкова
личная подпись *расшифровка подписи*

№ регистрации 153781

© Надточий Н.С., 2023
© ОГУ, 2023

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель (цели) освоения дисциплины:

Целью изучения дисциплины является формирование готовности бакалавра к проведению вычислительного эксперимента.

Задачи: - формирование представления о вычислительном эксперименте как о методе исследования сложных процессов и явлений, о перспективах его использования в будущей профессиональной деятельности; - формирование знаний идей, расчетных формул, алгоритмов, характеристик классических численных методов алгебры, анализа, решения обыкновенных дифференциальных уравнений; - формирование умений исследования и сопоставления методов в некотором классе учебно-профессиональных задач; - приобретение опыта выбора оптимального метода для решения поставленной учебно-профессиональной задачи, интерпретации полученных численных результатов.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

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

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.14 Физика, Б1.Д.Б.15 Математический анализ, Б1.Д.Б.22 Дифференциальные уравнения*

Постреквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.29 Уравнения математической физики, Б1.Д.В.6 Теория оптимального управления, Б2.П.В.П.2 Преддипломная практика*

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 использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач	ОПК-2-В-2 Решает задачи вычислительного характера в различных областях численного анализа, используя различные языки программирования ОПК-2-В-3 Применяет и адаптирует современные математические методы при разработке и реализации алгоритмов решения прикладных задач	**Знать:** математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач **Уметь:** применять математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач **Владеть:** Способами и математическими методами разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач
ОПК-3 Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности	ОПК-3-В-1 Имеет представление о способах построения и модификации вычислительных алгоритмов для решения задач в области профессиональной деятельности ОПК-3-В-2 Подбирает к	**Знать:** сущность и этапы вычислительного эксперимента; область использования математических моделей и вычислительного эксперимента в его будущей профессиональной деятельности; эффективные численные методы для стандартных учебно-профессиональных задач. **Уметь:** провести теоретическое и (или) численное

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
	исследуемой математической модели подходящий метод, получает численный результат и анализирует полученные решения, а также использует полученные результаты в реальных тематических и исследовательских ситуациях ОПК-3-В-4 Демонстрирует навыки моделирования и применения математического аппарата, а также проведения эксперимента при решении различных задач прикладного характера с использованием возможностей вычислительной техники	сопоставление численных методов для заданного класса задач; сформировать модельные (тестовые) задачи для оценки характеристик исследуемого численного метода; выбрать эффективную платформу программирования для реализации вычислительного эксперимента; осуществить наглядную визуализацию результатов вычислительного эксперимента, используя соответствующие инструментальные средства. **Владеть:** технологией программирования численных методов алгебры, анализа, решения дифференциальных уравнений; основными приемами проектирования и реализации вычислительного эксперимента; основными приемами исследования численных методов; основными приемами интерпретации и визуализации численных результатов для стандартных учебно-профессиональных задач

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц (288 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов		
	5 семестр	6 семестр	всего
Общая трудоёмкость	**108**	**180**	**288**
Контактная работа:	**50,25**	**35,25**	**85,5**
Лекции (Л)	34	18	52
Лабораторные работы (ЛР)	16	16	32
Консультации	1	1	2
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25	0,5
Самостоятельная работа: *- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий;* *- подготовка к лабораторным занятиям*	**57,75**	**144,75**	**202,5**
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	**диф. зач.**	**экзамен**	

Разделы дисциплины, изучаемые в 5 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов		
		всего	аудиторная работа	внеауд. работа

			Л	ПЗ	ЛР	
1	Введение в математическое моделирование и вычислительный эксперимент	14	4			8
2	Численное решение нелинейных уравнений	14	6		2	8
3	Прямые методы решения систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ)	20	6		6	8
4	Итерационные методы решения СЛАУ	14	4		2	8
5	Приближенное решение систем нелинейных уравнений		4		2	8
6	Численные методы решения проблемы собственных значений матрицы.	20	6		4	10
7	Интерполирование и восстановление функций	12	4			8
	Итого:	108	34		16	58

Разделы дисциплины, изучаемые в 6 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
7	Интерполирование и восстановление функций	38	4		4	30
8	Численное интегрирование и дифференцирование	50	4		6	40
9	Численное решение задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ)	50	4		6	40
10	Численное решение уравнений в частных производных	42	6			36
	Итого:	180	18		16	146
	Всего:	288	52		32	204

4.2 Содержание разделов дисциплины

1.Введение в математическое моделирование и вычислительный эксперимент. Вычислительный эксперимент и его этапы; точность вычислительного эксперимента; понятие погрешности; классификация погрешностей вычислительного эксперимента; требования к вычислительным методам.

2.Численное решение нелинейных уравнений. Постановка задачи численного решения нелинейных уравнений; отделение корней; уточнение корней методами бисекций, Ньютона (касательных), хорд (секущих), простых итераций (расчетные формулы, алгоритм, геометрическая интерпретация, сходимость); сопоставление методов.

3. Прямые методы решения систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ). Постановка задачи. Краткие сведения о нормах векторов и матриц. Обусловленность систем линейных алгебраических уравнений. Устойчивость по правой части, коэффициентная устойчивость и полная устойчивость.

Метод Гаусса и его модификации. LU –алгоритм. Определение трудоёмкости. Контроль точности решения СЛАУ. Вычисление определителя матрицы и обращение матриц. Метод скалярной 3х точечной прогонки. Для каждого метода: основные идеи, расчетные формулы, алгоритм, условия применения

4.Итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений. Общая схема итерационных методов. Необходимые и достаточные условия сходимости. Оценка скорости сходимости. Метод Зейделя, его матричная запись. Условия сходимости. Каноническая форма записи одношаговых итерационных методов.

5. Приближенное решение систем нелинейных уравнений. Постановка задачи. Метод простых итераций, скорость его сходимости, модификация метода: метод покоординатных итераций. Метод

Ньютона, его модификации: сведение к методу простых итераций, двухступенчатый метод, аппроксимационный аналог, разностная (дискретная) модификация

6. Численные методы решения проблемы собственных значений матрицы. Основные определения и сведения из матричной алгебры. Постановка задач полной и частичной проблемы собственных значений. Степенной метод, метод частных Релея, метод скалярных произведений (поиск наибольшего по модулю собственного числа и соответствующего ему собственного вектора). Обратные итерации (поиск наименьшего по модулю собственного числа и соответствующего ему собственного вектора).

Преобразование подобия (основные сведения). Итерационный метод вращений Якоби(алгоритм, сходимость) для симметричных матриц. RU-алгоритм(алгоритм, сходимость).QR-алгоритм.

7. Интерполирование и восстановление функций. Постановка задачи интерполирования. Глобальная интерполяция алгебраическими многочленами Лагранжа и Ньютона. Погрешность интерполяции. Сходимость интерполяционного процесса. Интерполирование сплайнами. Эрмитовы интерполяционные кубические сплайны. Нелокальные интерполяционные кубические сплайны.

Постановка задачи восстановления функций. Этапы построения эмпирической формулы. Метод наименьших квадратов.

8. Численное интегрирование и дифференцирование. Постановка задачи численного интегрирования. Простейшие квадратурные формулы прямоугольников. Погрешность в малом, погрешность в целом. Оценка погрешности формул прямоугольников. Формула трапеции (вывод формул, оценка погрешности, вычисление интеграла с заданной точностью ε).Семейство квадратурных формул Ньютона-Котеса. Погрешность квадратурных формул. Формула Симпсона. Принцип Рунге практического оценивания погрешностей. Устойчивость формул численного интегрирования. Постановка задачи численного дифференцирования. Построение формул численного дифференцирования с помощью метода неопределенных коэффициентов. Оценка погрешности формул численного дифференцирования. Устойчивость формул численного дифференцирования.

9. Численное решение задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений. Постановка задачи. Метод Эйлера, методы Рунге-Кутта. Оценка ошибки аппроксимации на точном решении. Исследование сходимости численного решения на последовательности разностных сеток.

10. Численное решение уравнений в частных производных. Основные понятия теории разностных схем: аппроксимация, сходимость, устойчивость. Построение и исследование простейших сеточных задач. Постановки краевых задач. Технология проведения вычислительного эксперимента. Двумерные стационарные задачи. Разностная аппроксимация задачи Дирихле для уравнения Пуассона. Методы решения сеточной задачи. Использование принципа установления для решения стационарных задач.

4.3 Лабораторные работы

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	2	Численное решение нелинейных уравнений	2
2	3	Численное решение систем линейных алгебраических уравнений на основе метода Гаусса и LU-алгоритма. Вычисление определителя матрицы. Построение обратной матрицы	4
3	3	Численное решение систем линейных алгебраических уравнений методом скалярной трехточечной прогонки	2
4	4	Численное решение систем линейных алгебраических уравнений методом Зейделя	2
5	5	Численные методы решения частичной проблемы собственных значений матрицы	2
6	6	Интерполирование функции одной переменной	2
7	6	Восстановление функции методом наименьших квадратов	2
8	7	Численное интегрирование и дифференцирование	8
9	8	Численное решение задачи Коши для обыкновенного	6

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
		дифференциального уравнения	
10	9	Численное решение уравнений в частных производных	6
		Итого:	32

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

5.1.1 Бахвалов, Н. С. Численные методы: 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. - (Классический университетский учебник). - ISBN 978-5-94774-815-4.

5.2 Дополнительная литература

5.2.1 Самарский, А. А. Численные методы математической физики: учеб.пособие / А. А. Самарский,А. В. Гулин.- 2-е изд. - М. : Научный мир, 2003. - 316 с. - Библиогр.: с. 311-312.- Предм. указ.: с. 313-315. - ISBN 5-89176-196-3.

5.2.2. Костомаров, Д. П. Вводные лекции по численным методам : учеб.пособие для вузов / Д. П. Костомаров, А. П. Фаворский. - М.: Логос, 2006. - 184 с. : ил.. - (Классический университетский учебник). - Предм. указ.: с. 181-182. - Имен. указ.: с. 183. - Библиогр.: с. 184. - ISBN 5-98704-160-0.

5.2.3 Бахвалов, Н. С. Численные методы в задачах и упражнениях: учеб.пособие / Н. С. Бахвалов, А. В. Лапин, Е. В. Чижонков. - М. :Высш. шк., 2000. - 190 с. - (Высшая математика) - ISBN 5-06-003684-7.

5.3 Периодические издания

1 Информатика и системы управления: журнал. - М. : Агентство "Роспечать", 2020

2 Вестник компьютерных и информационных технологий: журнал. - М. : Агентство "Роспечать", 2020

3 Информационные технологии: журнал. - М. : Агентство "Роспечать", 2020

5.4 Интернет-ресурсы

5.5.1. Операционная система «Astra Linux Special Edition» РУСБ.10015-01

5.5.2. Open Office/LibreOffice - свободный офисный пакет программ, включающий в себя текстовый и табличный редакторы, редактор презентаций и другие офисные приложения.

5.5.3. Интегрированная система решения математических, инженерно-технических и научных задач PTC MathCAD 14.0

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

5.5.1. Операционная система Astra Linux. «Astra Linux Special Edition» РУСБ.10015-01, лицензионный договор №А-2021-1374-ВУЗ от 28.05.2021

5.5.2. Open Office/LibreOffice - свободный офисный пакет программ, включающий в себя текстовый и табличный редакторы, редактор презентаций и другие офисные приложения.

5.5.3. Кроссплатформенное программное обеспечение с открытым исходным кодом ProjectLibre (PL) Официальный сайт проекта: https://www.projectlibre.com/

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 компьютерный класс, оснащенный компьютерами с операционной системой Windows текущей версии с установленным пакетом офисных программ и интегрированной средой разработки ПО.

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