

Минобрнауки России

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

Кафедра информатики

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.Б.20 Численные методы в инженерных расчетах»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

09.03.02 Информационные системы и технологии
(код и наименование направления подготовки)

Системная инженерия и цифровизация информационных процессов
(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Год набора 2024

Рабочая программа дисциплины «Б1.Д.Б.20 Численные методы в инженерных расчетах» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра информатики

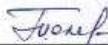
наименование кафедры

протокол № 5 от " 26 " января 2024 г.

Заведующий кафедрой

Кафедра информатики

наименование кафедры



подпись

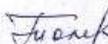
М.А. Токарева

расшифровка подписи

Исполнители:

Заведующий кафедрой

должность



подпись

М.А. Токарева

расшифровка подписи

должность

подпись

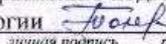
расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

09.03.02 Информационные системы и технологии

код наименование



личная подпись

М.А. Токарева

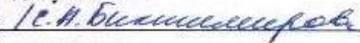
расшифровка подписи

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов

личная подпись

Н.Н. Бигалиева

расшифровка подписи



Уполномоченный по качеству ИМИТ

личная подпись

И.В. Крючкова

расшифровка подписи

№ регистрации _____

© Токарева М.А., 2024
© ОГУ, 2024

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель (цели) освоения дисциплины:

овладение методологией и численными методами решения вычислительных задач с применением современных приемов алгоритмизации, их компьютерной реализации с использованием прикладных программных средств.

Задачи:

- получить базовые представления о фундаментальных понятиях численных методов, как о дисциплине, имеющей не только прикладное, но и мировоззренческое значение; ее роли в системе подготовки бакалавра общего профиля по направлению подготовки 09.03.02 Информационные системы и технологии;
- освоить основные классические численные методы и технологии вычислительного эксперимента;
- владеть умениями и навыками алгоритмизации и численного решения задачи на компьютере;
- стимулировать самостоятельную деятельность по освоению содержания дисциплины и формированию необходимых компетенций.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

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

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.13.1 Алгебра и геометрия, Б1.Д.Б.13.2 Математический анализ, Б1.Д.Б.15 Программирование, Б1.Д.Б.17 Математическая логика и дискретная математика, Б1.Д.Б.18 Теория вероятностей и математическая статистика*

Постреквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.26 Технологии обработки информации, Б1.Д.В.7 Моделирование процессов и систем, Б1.Д.В.9 Нейросетевые модели и технологии.*

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-1 Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	ОПК-1-В-8 Обоснованно выбирает и применяет численные методы для решения исследовательских и проектных задач профессиональной деятельности, исследует полученное численное решение	Знать: <ul style="list-style-type: none">• способы сбора, анализа и обработки данных, необходимых для решения поставленных задач;• технологию применения вычислительных методов для решения конкретных задач из различных областей математики и ее приложений;• основы теории погрешностей и теории приближений;• методы построения интерполяционных многочленов;• методы численного дифференцирования и интегрирования;• методы численного решения дифференци-

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		<p>альных уравнений.</p> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • анализировать классы методов для обоснования выбора численного метода решения поставленной задачи; • численно решать алгебраические и трансцендентные уравнения; • численно решать системы линейных уравнений методом простой итерации и методом Зейделя; • использовать основные понятия теории среднеквадратичных приближений для построения элемента наилучшего приближения; • интерполировать и оценивать возникающую при этом погрешность; • применять формулы численного дифференцирования и интегрирования; • применять методы численного решения дифференциальных уравнений. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • культурой научного мышления, обобщением, анализом и синтезом фактов и теоретических положений; • навыками оценки и интерпретации полученного результата; • информационными технологиями применения вычислительных методов для решения практических задач в области информационных систем и технологий; • основными приемами использования вычислительных методов при решении различных задач профессиональной деятельности.

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц (216 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	4 семестр	всего
Общая трудоёмкость	180	180
Контактная работа:	69,25	69,25
Лекции (Л)	34	34
Лабораторные работы (ЛР)	34	34
Консультации	1	1

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	4 семестр	всего
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25
Самостоятельная работа: - выполнение индивидуального творческого задания (ИТЗ); - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий); - изучение разделов курса в системе электронного обучения; - подготовка к лабораторным занятиям; - подготовка к рубежному контролю).	110,75	110,75
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	экзамен	

Разделы дисциплины, изучаемые в 4 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Основы теории погрешностей.	8	-		2	6
2	Численные методы решения скалярных уравнений.	16	4		4	8
3	Численные методы решения систем линейных уравнений.	20	4		4	12
4	Численные методы решения систем нелинейных уравнений.	16	2		4	10
5	Приближение функций.	30	8		6	16
6	Численное дифференцирование.	21	3		4	14
7	Численное интегрирование.	31	7		4	20
8	Численные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений.	38	6		6	26
	Итого:	180	34		34	112
	Всего:	180	34		34	112

4.2 Содержание разделов дисциплины

№ 1 Основы теории погрешностей. Предмет и задачи изучения дисциплины «Численные методы». Вычислительный эксперимент. Основные этапы решения задачи с применением средств вычислительной техники. Основы теории погрешностей. Точные и приближенные значения величин, точные и приближенные числа. Источники возникновения погрешности. Абсолютная и относительная погрешность. Правила округления, погрешность округления. Верные знаки. Погрешности арифметических операций над приближенными числами. Погрешность функции. Применение дифференциального исчисления к оценке погрешности. Обратная задача теории погрешностей. Вычислительные задачи: корректность, устойчивость решения, обусловленность.

№ 2 Численные методы решения скалярных уравнений. Постановка задачи решения скалярных уравнений. Основные этапы решения: отделение корней, итерационное уточнение корней. Основные характеристики итерационных методов: скорость сходимости; априорная и апостериорная оценки сходимости метода; одношаговые, многошаговые методы. Приближенное вычисление корня уравнения с заданной точностью методом половинного деления. Метод простой итерации численного решения уравнений: итерационная формула; условия сходимости итерационной последовательности; геометрическая интерпретация метода; приведение уравнения к виду, пригодному для применения метода простой итерации с применением следствия из теоремы

о сжимающих отображениях; устойчивость метода. Метод касательных, хорд; достаточное условие сходимости, геометрическая интерпретация. Практические схемы вычисления приближенного значения корня уравнения с заданной точностью указанными методами.

№ 3 Численные методы решения систем линейных уравнений. Точные и приближенные методы решения систем линейных уравнений. Полные метрические пространства. Векторные и матричные нормы. Обусловленность систем линейных алгебраических уравнений. Метод простых итераций (Якоби), метод Зейделя для решения систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ): алгоритм метода, априорная и апостериорная оценка сходимости.

№ 4 Численные методы решения систем нелинейных уравнений. Метод Ньютона для решения систем нелинейных уравнений: постановка задачи, векторная запись нелинейных систем, алгоритм метода, сходимость, практическая схема вычисления приближенного решения системы нелинейных уравнений.

№ 5 Приближение функций. Постановка задачи приближения функций, интерполяция и экстраполяция. Решение задачи приближения алгебраическими многочленами. Полином Лагранжа, оценка его погрешности. Интерполяция с кратными узлами, кубический интерполяционный многочлен Эрмита. Теорема об оценке погрешности интерполяции с кратными узлами. Многочлены Чебышева, их применение для минимизации оценки погрешности интерполяции. Конечные разности и разделенные разности, их свойства. Первый и второй интерполяционный многочлен Ньютона. Схема Эйткена. Понятие глобальной и кусочно-полиномиальной интерполяции. Интерполяция сплайнами. Аппроксимация методом наименьших квадратов: линейная задача наименьших квадратов, нормальная система. Построение нормальных систем для различных функциональных зависимостей аппроксимирующих функций. Определение параметров полинома наилучшего среднеквадратичного приближения.

№ 6 Численное дифференцирование. Простейшие формулы численного дифференцирования. Геометрическая интерпретация. Оценка погрешности. Вычисление второй производной. Вывод формул численного дифференцирования. Численное дифференцирование на основе интерполяционных многочленов. Неустраняемая погрешность формул численного дифференцирования.

№7 Численное интегрирование. Постановка задачи вычисления определенного интеграла. Простейшие квадратурные формулы: прямоугольников, трапеций, Симпсона; их геометрическая интерпретация, оценка погрешности. Квадратурные формулы интерполяционного типа, оценка погрешности. Квадратурные формулы Гаусса. Правило Рунге практической оценки погрешности. Адаптивные процедуры численного интегрирования. Метод Монте-Карло, его сравнение с квадратурными формулами. Понятие метода неопределенных коэффициентов.

№ 8 Численные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений. Постановка задачи, основные понятия и определения для численного решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений, использование формулы Тейлора. Метод Эйлера, ломаные Эйлера, оценка погрешности. Модификации метода Эйлера второго порядка точности. Методы Рунге-Кутты, автоматический выбор шага. Линейные многошаговые методы. Методы Адамса. Понятие о методах прогноза и коррекции.

4.3 Лабораторные работы

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	1	Вычисления со строгим и без строгого учета погрешностей.	4
2	2	Отделение корней нелинейного уравнения. Уточнение корней методом половинного деления.	2
3	2	Решение нелинейных уравнений методом Ньютона (касательных), хорд, методом простых итераций.	2
4	3	Решение СЛАУ методом простых итераций, методом Зейделя.	4
5	4	Решение системы нелинейных уравнений методом Ньютона.	3
6	5	Интерполяция функций многочленами Лагранжа, Ньютона.	2
7	5	Интерполяция кубическими сплайнами.	2

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
8	5	Аппроксимация функций методом наименьших квадратов.	2
9	6	Численное дифференцирование.	2
10	7	Численное интегрирование. Правило Рунге практической оценки погрешности.	2
11	7	Приближенное вычисление интеграла методом Монте-Карло.	2
12	8	Приближенное решение обыкновенных дифференциальных уравнений методами Эйлера, Эйлера-Коши, Рунге-Кутты с автоматическим выбором шага.	4
13	8	Приближенное решение обыкновенных дифференциальных уравнений методом Адамса, прогноза и коррекции.	3
Итого:			34

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1. **Лапчик, М. П.** Численные методы [Текст] : учеб. пособие / М. П. Лапчик, М. И. Рагулина, Е. К. Хеннер . - 5-е изд., стер. - М. : Академия, 2009. - 384 с. : ил. - (Высшее профессиональное образование. Информатика и вычислительная техника). - Прил.: с. 367-380. - Библиогр.: с. 381. - ISBN 978-5-7695-6645-5. (20 экз.)

5.2 Дополнительная литература

1. **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. - (Классический университетский учебник). - Библиогр.: с. 624-628. - Предм. указ.: с. 629-632. - ISBN 978-5-94774-815-4.1.

2. **Петров, И.Б.** Лекции по вычислительной математике [Текст]: учеб. пособие / И.Б. Петров, А.И. Лобанов. - М.: ИНТУИТ.РУ: БИНОМ. ЛЗ, 2006. - 523 с. - (Основы информационных технологий). - Библиогр. в конце гл. - ISBN 5-9556-0049-3. - ISBN 5-94774-542-9.

3. **Токарева, М. А.** Численные методы [Электронный ресурс] : электронный курс лекций / М. А. Токарева, М. М. Пирязев; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург : ОГУ. - 2017. - 12 с.- Загл. с тит. экрана. Режим доступа:

https://ufer.osu.ru/index.php?option=com_uferdbsearch&view=uferdbsearch&action=details&ufer_id=1463

4. **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.

5. **Амосов, А.А.** Вычислительные методы для инженеров: Учебное пособие./ А.А. Амосов, Ю.А. Дубинский, Н. В. Копченова. – М.: Издательство МЭИ, 2003. – 596 с., ил. – ISBN 5-70460919-8.

5.3 Периодические издания

1. Вестник компьютерных и информационных технологий : журнал. - М. : Агентство "Роспечать", 2024. - <https://eivis.ru/browse/publication/333526/udb/12>

2. Математическое моделирование: журнал. - М. : РАН, 2024.

5.4 Интернет-ресурсы

1. <http://www.math.ru/> - научно-популярный математический сайт.
2. <http://www.techlibrary.ru/books.htm> - книги по математике и физике в электронном виде.
3. www.exponenta.ru – образовательный математический сайт, включающий множество математических разделов и примеры работы с популярными математическими пакетами;
4. www.dic.academic.ru – словари и энциклопедии по темам технических и ряда других специальных учебных заведений;
5. <http://window.edu.ru/window/library> – дополнительная литература по темам математических и ряда других дисциплин;
6. <https://www.lektorium.tv/mooc> - «Лекториум», MOOK: «Дискретная математика»
7. Книги, конспекты лекций по математическому моделированию:
<http://www.studfiles.ru/dir/cat32/subj1235/file11060.html>
<http://www.intuit.ru/department/calculate/compmodel/>
8. <https://moodle.osu.ru/course/view.php?id=1240> – «Численные методы в инженерных расчетах» - курс в LMS MOODLE, составленный согласно рабочей программе дисциплины.

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

- Операционная система РЕД ОС;
- Open Office/LibreOffice - свободный офисный пакет программ, включающий в себя текстовый процессор для любых видов документов Writer, табличный процессор Calc, программу для создания презентаций Impress, векторный графический редактор для создания блок-схем и диаграмм Draw, редактор формул Math и другие офисные приложения;
- Программная система для организации видео-конференц-связи Webinar.ru;
- Бесплатная полнофункциональная интегрированная среда разработки для учащихся, разработчиков открытого ПО и отдельных разработчиков Microsoft Visual Studio Community;
- Picasa – программа просмотра и редактирования цифровых изображений. Доступ бесплатный, разработчик: Google, режим доступа: <http://www.picasa.com>
- Электронные версии печатных энциклопедий <https://slovaronline.com/>
- Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru>
- Бесплатная база данных ГОСТ [Электронный ресурс] / ГОСТы Единой системы конструкторской документации, Единой системы программной документации, Единой системы стандартов на автоматизированные системы управления (АСУ), системы технической документации на АСУ, комплекса стандартов на автоматизированные системы, системы стандартов по базам данных и др. – Режим доступа: <https://docplan.ru>

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.

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