

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.21 Вычислительные методы»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии

(код и наименование направления подготовки)

Разработка и администрирование информационных систем

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

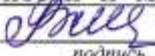
Год набора 2022

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

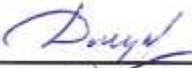
Кафедра компьютерной безопасности и математического обеспечения информационных систем
наименование кафедры

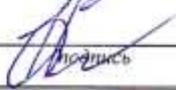
протокол № 7 от "14" марта 2022г.

Заведующий кафедрой

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

Исполнители:

Доцент  К.Р. Джукашев
должность подпись расшифровка подписи

ст.преподаватель  Н.С. Надточий
должность подпись расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по направлению подготовки
02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии

 А.Е. Шухман
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 142050

© Джукашев К.Р., 2022
© Надточий Н.С., 2022
© ОГУ, 2022

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.12 Физика, Б1.Д.Б.14.1 Математический анализ, Б1.Д.Б.16 Алгебра и теория чисел, Б1.Д.Б.17 Геометрия, Б1.Д.Б.19 Дифференциальные уравнения, Б1.Д.В.1 Теория функций комплексного переменного, Б1.Д.В.9 Системы аналитических вычислений*

Постреквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.27 Компьютерное моделирование, Б1.Д.В.6 Методы оптимизации и исследование операций, Б2.П.В.У.1 Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы), Б2.П.В.П.2 Научно-исследовательская работа*

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 фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ОПК-1-В-1 Решает математические задачи из различных областей фундаментальной и прикладной математики ОПК-1-В-2 Использует математические объекты и модели в профессиональной деятельности	Знать: производные и дифференциалы; исследование функции и отыскание экстремальных значений; дифференциальное исчисление функций многих переменных; первообразная функции и неопределенный интеграл; разложение функции одной и двух переменных в ряд Тейлора; непрерывные функции (в том числе теорема о существовании корня непрерывной функции; понятие о Липшиц-непрерывной функции); метрические пространства (основные понятия); матрицы; определители; решение невырожденных систем линейных алгебраических уравнений; собственные числа и векторы матрицы; модуль и аргумент комплексного числа, алгебраическая и тригонометрические формы записи комплексного числа и

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		<p>операции над комплексными числами; основные сведения из теории обыкновенных дифференциальных уравнений, включая теорему о существовании и единственности решения задачи Коши; свойства решений уравнения теплопроводности; типы уравнений в частных производных Уметь: применять указанные выше знания из области математики и информатики при решении учебных задач. Владеть: основными приемами исследования численных методов; основными приемами интерпретации и визуализации численных результатов для стандартных учебно-профессиональных задач.</p>
<p>ОПК-3 Способен к разработке алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программирования, математических, информационных и имитационных моделей, созданию информационных ресурсов глобальных сетей, образовательного контента, прикладных баз данных, тестов и средств тестирования систем и средств на соответствие стандартам и исходным требованиям</p>	<p>ОПК-3-В-4 Применяет методы математического, информационного и имитационного моделирования в различных областях профессиональной деятельности</p>	<p>Знать: представление вещественных чисел и выполнение арифметических операций над ними в ЭВМ; выполнение арифметических действий над нормализованными числами; погрешности представления числовой информации в ЭВМ. 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 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.</p>

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

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

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	5 семестр	всего
Общая трудоёмкость	180	180
Контактная работа:	53,25	53,25
Лекции (Л)	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	34	34
Консультации	1	1
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 рубежному контролю)	126,75	126,75
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	экзамен	

Разделы дисциплины, изучаемые в 5 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1.	Введение в вычислительную математику	8	2		0	6
2.	Численное решение нелинейных уравнений	12	2		4	6
3.	Прямые методы решения СЛАУ	26	2		10	14
4.	Итерационные методы решения СЛАУ	12	2		2	8
5.	Проблема собственных значений матрицы. Численные методы ее решения	50	2		0	48
6.	Интерполирование и восстановление функций	22	4		6	12
7.	Численное интегрирование и дифференцирование	14	2		6	6
8.	Численное решение задачи Коши для ОДУ	20	2		6	12
	Выполнение индивидуального исследовательского задания (разделы 2-6)	16	0		0	16
	Итого:	180	18		34	128
	Всего:	180	18		34	128

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 (касатель-

ных), хорд (секущих), простых итераций (расчетные формулы, алгоритм, геометрическая интерпретация, сходимость методов, их сопоставление).

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 СЛАУ. Общая схема итерационных методов. Необходимые и достаточные условия сходимости. Оценка скорости сходимости. Метод Зейделя, его матричная запись. Условия сходимости. Каноническая форма одношаговых итерационных методов. Метод верхней релаксации. Итерационные методы с Чебышевским набором параметров.

5. Проблема собственных значений матрицы. Численные методы ее решения. 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.

6. 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.

7. Численное интегрирование и дифференцирование. Постановка задачи численного интегрирования. Простейшие квадратурные формулы прямоугольников. Погрешность в малом, погрешность в целом. 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.

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

4.3 Лабораторные работы

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	2	Численное решение нелинейных уравнений	4
2	3	Прямые методы решения СЛАУ. Метод Гаусса, LU-алгоритм.	6

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
		Вычисление определителя матрицы. Построение обратной матрицы	
3	3	Прямые методы решения СЛАУ. Метод скалярной 3-точечной прогонки.	4
4	4	Итерационные методы решения СЛАУ. Метод Зейделя	2
5	6	Сплайн-интерполяция функции одной переменной	4
6	6	Восстановление функции методом наименьших квадратов	2
7	7	Численное интегрирование и дифференцирование	6
8	8	Численное решение задачи Коши для ОДУ	6
		Итого:	34

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.

5.1.2 Зализняк, В. Е. Теория и практика по вычислительной математике : учеб. пособие / В. Е. Зализняк, Г. И. Щепановская. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2012. - 174 с. - ISBN 978-5-7638-2498-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/441232> (дата обращения: 15.10.2020).

5.1.3 Петухова, Т.П. Диагностические средства для оценки готовности студентов к проведению вычислительного эксперимента. Часть 1 Тестовые задания: учеб.пособие/ Т.П. Петухова, Е.А. Шнякина. – Оренбург. ООО «НикОс», 2011. – 180 с

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.

5.2.4 Пантина, И. В. Вычислительная математика [Электронный ресурс] : учебник / И. В. Пантина, А. В. Синчуков. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: МФПУ Синергия, 2012. - 176 с. - (Университетская серия). - ISBN 978-5-4257-0064-3 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [URL:https://znanium.com/catalog/product/451160](https://znanium.com/catalog/product/451160) (дата обращения 16.10.20)

5.2.5 Вержбицкий, В. М. Численные методы [Текст] : Линейная алгебра и нелинейные уравнения: учеб. пособие для вузов / В. М. Вержбицкий. - М. : Высш. шк., 2000. - 266 с. - Библиогр.: с. 259-266.

5.3 Периодические издания

Периодические издания не используются

5.4 Интернет-ресурсы

5.4.1 Библиотека международного научно-образовательного сайта EqWorld. Мир математических уравнений. Режим доступа:

<http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics/numerics.htm>;

5.4.2 Единое окно доступа к образовательным ресурсам. Режим доступа: <http://window.edu.ru>;

5.4.3 Интернет-университет информационных технологий. Комплекс бесплатных учебных курсов INTUIT.RU (версия 1.0). Режим доступа: <http://www.intuit.ru>

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

5.5.1. Операционная система Microsoft Windows текущей версии. Доступна в рамках подписки Microsoft DreamSpark Premium. Разработчик: компания Microsoft. Режим доступа: https://e5.onthehub.com/WebStore/ProductsByMajorVersionList.aspx?cmi_mnuMain=bdba23cf-e05e-e011-971f-0030487d8897&ws=58727022-4bac-e211-88b7-f04da23e67f4&vsro=8

5.5.2. Офисный пакет Microsoft Office (Word, Excel, Power Point) текущей версии. Доступен в рамках лицензионного соглашения OVS-ES. Разработчик: компания Microsoft. Режим доступа: <https://products.office.com/en/home>

5.5.3. Интегрированная среда разработки Microsoft Visual Studio текущей версии. Доступно бесплатно в рамках лицензионного соглашения Visual Studio Community. Разработчик: компания Microsoft. Режим доступа <https://visualstudio.microsoft.com/ru/vs/community/>

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.