

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  подпись И.В. Влацкая  
расшифровка подписи


Исполнители:

Доцент  
должность  подпись К.Р. Джукашев  
расшифровка подписи

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

СОГЛАСОВАНО:

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

 личная подпись А.Е.Шухман  
код наименование расшифровка подписи

Заведующий отделом комплектования научной библиотеки

 личная подпись Н.Н. Бигалиева  
расшифровка подписи

Уполномоченный по качеству факультета

 личная подпись И.В. Крючкова  
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	<b>Знать:</b> 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  <b>Уметь:</b>  применять указанные выше знания из области математики и информатики при решении учебных задач.  <b>Владеть:</b>  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><b>Знать:</b>  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.  <b>Уметь:</b>  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.  <b>Владеть:</b>  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
<b>Общая трудоёмкость</b>	<b>180</b>	<b>180</b>
<b>Контактная работа:</b>	<b>53,25</b>	<b>53,25</b>
Лекции (Л)	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	34	34
Консультации	1	1
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25
<b>Самостоятельная работа:</b> - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий); - подготовка к лабораторным занятиям; - подготовка к рубежному контролю)	<b>126,75</b>	<b>126,75</b>
<b>Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)</b>	<b>экзамен</b>	

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, сходимости 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, сходимости) 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  $\epsilon$ ). 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](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.