Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет имени В.А. Бондаренко»

Кафедра программного обеспечения вычислительной техники и автоматизированных систем

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.В.7 Программная инженерия задач вычислительной математики»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки
09.03.04 Программная инженерия
(код и наименование направления подготовки)

Разработка программно-информационных систем
(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация
Бакалавр

Форма обучения
Заочная

Год набора 2026

Рабочая программа дисциплины «*Б1.Д.В.7 Программная инженерия задач вычислительной математики*» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра программного обеспечения вычислительной техники и автоматизированных систем
наименование кафедры

протокол № 7 от 24.03.2026г.

Заведующий кафедрой
Кафедра программного обеспечения вычислительной техники и автоматизированных систем — Д.В. Горбачев
наименование кафедры *подпись* *расшифровка подписи*

Исполнители:
старший преподаватель — Е.А. Шнякина
должность *подпись* *расшифровка подписи*

должность *подпись* *расшифровка подписи*

СОГЛАСОВАНО:
Председатель методической комиссии по направлению подготовки
09.03.04 Программная инженерия — Д.В. Горбачев
код наименование *личная подпись* *расшифровка подписи*

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов
личная подпись *расшифровка подписи*

Уполномоченный по качеству факультета
С.Н. Морозова
личная подпись *расшифровка подписи*

№ регистрации _____

© Шнякина Е.А., 2026
© ОГУ, 2026

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель (цели) освоения дисциплины:

Формирование знаний по основам вычислительной математики, востребованных в задачах обработки информации в программно-информационных системах, и умений по программной реализации данных методов (формирование готовности бакалавров к проведению вычислительного эксперимента).

Задачи:

- формирование представления о вычислительном эксперименте как о методе исследования процессов и явлений, о перспективах его использования в будущей профессиональной деятельности;
- формирование знаний идей, расчетных формул, алгоритмов, характеристик базовых численных методов теории аппроксимации, алгебры, математического анализа и решения обыкновенных дифференциальных уравнений;
- формирование умений реализации численных методов на языках программирования высокого уровня;
- формирование умений интерпретации полученных результатов;
- формирование умений по сопоставлению методов и выбору оптимального для решения поставленной учебной задачи.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам (модулям) вариативной части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.12.1 Алгебра и геометрия, Б1.Д.Б.12.2 Математический анализ, Б1.Д.В.5 Объектно-ориентированное программирование*

Постреквизиты дисциплины: *Б1.Д.В.Э.2.1 Методо-ориентированные программные системы*

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
ПК*-1 Способен использовать современные технологии разработки программных средств объектов профессиональной деятельности	ПК*-1-В-3 Знает и применяет алгоритмы дискретной и вычислительной математики для решения задач проектирования программного обеспечения	**Знать:** основные идеи, расчетные формулы, алгоритм, условия применимости: 1) решения нелинейных уравнений; 2) решения систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ); 3) решения проблем собственных значений матриц; 4) решения систем нелинейных уравнений; 5) интерполирования функции; 6) восстановления функций; 7) интегрирования; 8) дифференцирования; 9) решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ). **Уметь:** - разработать алгоритм реализации базовых численных методов;

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		- реализовать численный метод с использованием ПК; - осуществить тестирование в заданном классе задач; - осуществить интерпретацию полученного результата и провести его качественную оценку. **Владеть:** Навыками программирования численных методов, разработки наборов тестовых данных и интерпретации полученных результатов.

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

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

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	5 семестр	всего
Общая трудоёмкость	**216**	**216**
Контактная работа:	**85,5**	**85,5**
Лекции (Л)	34	34
Практические занятия (ПЗ)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	34	34
Индивидуальная работа и инновационные формы учебных занятий	1	1
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,5	0,5
Самостоятельная работа: *- выполнение курсовой работы (КР);* *- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий);* *- изучение разделов курса «Вычислительная математика» в системе электронного обучения Moodle;* *- изучение разделов массового открытого онлайн-курса «Вычислительная математика»;* *- подготовка к лабораторным занятиям;* *- подготовка к практическим занятиям*	**130,5** +	**130,5**
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	**диф. зач.**	

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	4				4
2	Численные методы решения нелинейных уравнений и систем нелинейных уравнений	27	1		2	24
3	Численные методы линейной алгебры	53	1		4	48
4	Теория приближения функций в приложениях автоматизированных систем.	81	1	2	2	76
5	Численное интегрирование и дифференцирование	18				18
6	Численные методы решения дифференциальных уравнений	33	1	2		30
	Итого:	216	4	4	8	200
	Всего:	216	4	4	8	200

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел № 1 Введение в математическое моделирование и вычислительный эксперимент

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

Раздел № 2 Численные методы решения нелинейных уравнений и систем нелинейных уравнений

Приближенное решение нелинейных уравнений

Постановка задачи. Отделение корней: аналитически, графически, табулирование. Уточнение корней: бисекций, Ньютона (касательных), хорд (секущих), простых итераций (расчетные формулы, алгоритм, геометрическая интерпретация, сходимость методов, сопоставление).

Приближенное решение систем нелинейных уравнений

Постановка задачи. Метод простых итераций. Скорость сходимости. Модификация: метод покоординатных итераций.

Раздел № 3 Численные методы линейной алгебры

Численные методы решения систем линейных алгебраических уравнений

Прямые методы

Постановка задачи. Метод Гаусса и его модификации. Применение метода Гаусса к вычислению определителей и обращению матриц. Решение СЛАУ на основе LU-разложения матриц. (LU-разложение, решение СЛАУ). Вычисление определителя с помощью LU-разложения. Метод скалярной 3^{x} точечной прогонки. Контроль точности решения СЛАУ. О вычислительных затратах прямых методов. Алгоритм разработки тестовых примеров. Устойчивость по правой части, устойчивость по матрице коэффициентов.

Итерационные методы

Общая схема итерационных методов. Оценка скорости сходимости. Метод Якоби, метод Зейделя. Условия сходимости. Метод верхней релаксации.

Численные методы решения проблемы собственных значений

Основные определения и сведения из матричной алгебры. Постановка задач полной и частичной проблемы собственных значений.

Численные методы решения частичной проблемы собственных значений

Степенной метод (поиск наибольшего по модулю собственного числа и соответствующего ему собственного вектора). Обратные итерации (поиск наименьшего по модулю собственного числа и соответствующего ему собственного вектора). Поиск второго по модулю собственного числа.

Алгоритм метода скалярных произведений. Алгоритм метода частных Рэлея. Ускорение сходимости степенного метода.

Численные методы решения полной проблемы собственных значений

Преобразование подобия (основные сведения). LR-алгоритм решения полной проблемы собственных значений.

Раздел № 4 Теория приближения функций в приложениях автоматизированных систем.

Интерполирование функций

Постановка задачи интерполирования. Глобальная интерполяция алгебраическими многочленами (многочлены Лагранжа и Ньютона). Погрешность интерполирования. Сходимость итерационного процесса. Интерполирование сплайнами. Локальные кубические сплайны (эрмитовы). Нелокальные кубические сплайны.

Восстановление функций

Приближение функций. Подбор эмпирических формул. Постановка задачи. Этапы построения эмпирических формулы. Метод наименьших квадратов. Локальное сглаживание данных.

Раздел № 5 Численное интегрирование и дифференцирование

Численное интегрирование

Постановка задачи численного интегрирования. Формулы левых, правых, средних прямоугольников. Оценка погрешности в малом, в целом. Вывод формулы трапеции, используя интерполяционный многочлен Лагранжа. Формула Симпсона (парабол). Погрешность квадратурных формул.

Численное дифференцирование

Постановка задачи. Построение формул численного дифференцирования, используя интерполяционный многочлен Лагранжа. Оценка погрешности формул численного дифференцирования. Устойчивость формул численного интегрирования и дифференцирования.

Раздел № 6 Численные методы решения дифференциальных уравнений

Численные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений и систем дифференциальных уравнений (ОДУ)

Постановка задачи. Семейства одношаговых и многошаговых методов решения задачи Коши (Метод Эйлера, метод Рунге-Кутта). Оценка погрешности, скорости сходимости. т-шаговые разностные методы Адамса.

4.3 Лабораторные работы

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	2	Численное решение нелинейных уравнений	2
2	3	Численное решение СЛАУ с помощью прямых методов (Гаусса). Вычисление определителя. Построение обратной матрицы.	2
3	3	Метод скалярной трехточечной прогонки	2
4	4	Интерполирование функций	2
		Итого:	8

4.4 Практические занятия

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	4	Восстановление функций методом наименьших квадратов	2
2	6	Численное решение задачи Коши для ОДУ	2
		Итого:	4

4.5 Курсовая работа (5 семестр)

Обобщенная тема курсовой работы: «Программирование численных методов обработки табличной информации».

Примеры заданий

I. Для заданной последовательности точек вычислить значения в точках x^* одним из указанных методов:

1 интерполяционный многочлен Лагранжа;
2 интерполяция многочленом Ньютона (разделенные разности «вперед»);
3 интерполяция многочленом Ньютона (разделенные разности «назад»);
4 интерполяция нелокальным кубическим сплайном (1 тип граничных условий);
5 интерполяция нелокальным кубическим сплайном (2 тип граничных условий).

Полученные результаты отобразить графически, построив в одной системе координат исходные точки и интерполяционную функцию.

При реализации алгоритма разработать 2-3 набора тестовых данных и оценить на них правильность реализации алгоритма.

II. Для заданной последовательности точек, полученных экспериментально с некоторой погрешностью δ, получить наиболее оптимальный вид эмпирической функции методом наименьших квадратов. Вычислить значения в указанных точках x^* с помощью наилучшего приближения эмпирической функции. Полученные результаты отобразить графически, построив в одной системе координат исходные точки и эмпирические функции.

При реализации алгоритма разработать 2-3 набора тестовых данных и оценить на них правильность реализации алгоритма.

Структура курсовой работы

Титульный лист
Задание на выполнение курсовой работы
Содержание
Аннотация
Введение
1. Теоретическое обоснование решения задачи
   1.1 Постановка задачи интерполирования (восстановления функции)
   1.2 Описание метода
2. Описание программного средства
   2.1 Укрупнённая схема алгоритма программного средства
   2.2 Описание модулей/подпрограмм
3. Тестирование программного средства
   3.1 Описание тестовых наборов данных
   3.2 Счет, анализ и интерпретация результатов тестирования
4. Решение, анализ и интерпретация результатов поставленной задачи

Заключение
Список использованных источников
Приложение А Текст программы

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 Вержбицкий В. М. Основы численных методов: учеб. для вузов/ В. М. Вержбицкий. - М. : Высш. школа, 2002. - 840 с. ил. - ISBN 5-06-004020-8

5.2 Дополнительная литература

5.2.1 Олегин И.П. Введение в численные методы: учебное пособие/ И.П. Олегин, Д.А. Краснoруцкий.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2018. – 115 с. – ISBN 978-5-7782-3632-5. [Электронный ресурс]. –URL: https://reader.lanbook.com/book/118322#1.

5.2.2 Алексеев А.А. Численные методы. Лабораторный практикум/ 2-е издание. – М.: МИРЭА – Российский технологический университет, 2021. [Электронный ресурс]. –URL: https://reader.lanbook.com/book/176543#2.

5.2.3 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. -ISBN 987 –5-4417-0005-4

5.2.4 Шнякина, Е. А. Программная инженерия задач вычислительной математики. Часть 1. Численные методы алгебры [Электронный ресурс]: электронный курс лекций/ Е. А. Шнякина; Оренбург. гос. ун-т.- Оренбург: ОГУ, 2023. - 6 с. - Режим доступа: https://ufer.osu.ru/index.php?option=com_uferdbsearch&view=uferdbsearch&action=details&ufer_id=4130

5.2.5 Шнякина, Е. А. Программная инженерия задач вычислительной математики. Часть 2. Численные методы математического анализа и решения обыкновенных дифференциальных уравнений [Электронный ресурс]: электронный курс лекций/ Е. А. Шнякина; Оренбург. гос. ун-т. - Оренбург: ОГУ, 2023. - 6 с. - Режим доступа: https://ufer.osu.ru/index.php?option=com_uferdbsearch&view=uferdbsearch&action=details&ufer_id=4157.

5.3 Периодические издания

Журналы:

5.3.1 «Вестник Московского университета. Серия 15. Вычислительная математика и кибернетика» URL: msupress.com/catalogue/magazines/kibernetika/1457;

5.3.2 «Вычислительные методы и программирование» URL: num-meth.ru/index.php/journal;

5.4 Интернет-ресурсы

5.4.1 Библиотека международного научно-образовательного сайта EqWorld. Мир математических уравнений. http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics/numerics.htm;

5.4.2 Журнал вычислительные методы и программирование. Режим доступа: http://num-meth.srcc.msu.ru/

5.4.3 https://intuit.ru/studies/courses/1012/168/info - Интернет-университет информационных технологий. Введение в вычислительную математику

5.4.4 https://openedu.ru/course/ - «Открытое образование», Каталог курсов, МООК: «Методы вычислительной математики»

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Операционная система РЕД ОС.

2. Пакет офисных приложений «МойОфис Образование»

3. Для работы с ресурсами Интернет - веб-браузер Яндекс https://yandex.ru/.

4. Автоматизированная интерактивная система сетевого тестирования - АИССТ (зарегистрирована в РОСПАТЕНТ, Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2011610456, правообладатель – Оренбургский государственный университет), режим доступа - http://aist.osu.ru.

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, курсового проектирования, 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 компьютерной техникой, удовлетворяющей требованиям к конфигурации аппаратного обеспечения используемых программ.

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