

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Б1.О.17

(шифр дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Численные методы

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки

02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем

направленность (профиль)

Мобильные и сетевые технологии

Форма обучения: очная

Год набора: 2020

Общая трудоемкость: 4 ЗЕ

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	5	Итого
Форма контроля	Экзамен	
Вид занятий		
Лекции	18	18
Лабораторные		
Практические	34	34
Руководство: курсовые работы (проекты) / РГР		
Промежуточная аттестация	0,35	0,35
Контактная работа	52,35	52,35
Самостоятельная работа	56	56
Контроль	36,65	36,65
Итого	144	144

Рабочую программу составил(и):

старший преподаватель, Лисовская М.Г.

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рецензирование рабочей программы дисциплины:



Отсутствует



Рецензент

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана направления подготовки 02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем

Срок действия рабочей программы дисциплины до «31» августа 2024 г.

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры

«Прикладная математика и информатика»

(протокол заседания № 1 от «09» сентября 2019 г.).

1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – познакомить студентов с решением математических задач, точное решение которых или чрезвычайно сложно или вообще не известно.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: «Дискретная математика», «Математический анализ», «Линейная алгебра и аналитическая геометрия».

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: «Вычислительный эксперимент 1,2».

3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
ОПК -2. Способен применять современный математический аппарат, связанный с проектированием, разработкой, реализацией и оценкой качества программных продуктов и программных комплексов в различных областях человеческой деятельности	ОПК-2.1 Знает математические основы программирования и языков программирования.	Знать: математические основы программирования и языков программирования. Уметь: разрабатывать программы на основе построенного алгоритма Владеть: технологией разработки программ на языке программирования
	ОПК-2.2 Умеет использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач.	Знать: математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач Уметь: использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач Владеть: навыками использования существующих математических методов и систем программирования для решения прикладных задач
	ОПК-2.3. Владеет навыками применения данного математического аппарата при решении конкретных задач.	Знать: математический аппарат для решения конкретных задач Уметь: разрабатывать алгоритмы и реализовывать их на языке программирования Владеть: использования математического аппарата для

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
		решения конкретных задач

4. Структура и содержание дисциплины

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 1	Лек1	Введение в машину арифметики. Основные виды погрешностей. Абсолютная и относительная погрешности. Основы машинной арифметики. Действия над приближёнными числами.	5	2		-	
Модуль 1	Пр31	Основные виды погрешностей. Абсолютная и относительная погрешности. Основы машинной арифметики. Действия над приближёнными числами.	5	2		-	
Модуль 1	Лек2	Решение нелинейного уравнения с одним неизвестным	5	2		-	
Модуль 1	Пр32	Метод половинного деления решения уравнений вида $f(x)=0$. Метод секущих решения уравнений вида $f(x)=0$. Метод Ньютона. Модификации метода Ньютона Гибридный алгоритм. Метод простой итерации.	5	2	10	-	РГР
Модуль 1	Сам	Изучение теоретического материала. Подготовка к практическим занятиям.	5	23			
Модуль 1	Пр33	Метод простой итерации.	5	2	5	-	РГР
Модуль 2	Лек3	Решение систем нелинейных уравнений с несколькими функциями.	5	2		-	

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 2	Пр34	Постановка задачи. Метод Ньютона для решения систем нелинейных уравнений. Модификации метода Ньютона.	5	2		-	
Модуль 2	Пр35	Метод Ньютона для решения систем нелинейных уравнений. Модификации метода Ньютона.	5	2	10	-	РГР
Модуль 2	Лек4	Численное решение систем линейных уравнений	5	2		-	
Модуль 2	Пр36	Системы линейных алгебраических уравнений. LU - разложение. Метод Холецкого.	5	2		-	
Модуль 2	Пр37	Постановка задачи. Системы линейных алгебраических уравнений. Метод Гаусса. Метод Гаусса для нахождения определителя. Метод Гаусса с выбором ведущего элемента.	5	2	10	-	РГР
Модуль 3	Лек5	Постановка задачи приближения функций. Полиномиальная интерполяция.	5	2		-	
Модуль 2	Пр38	Постановка задачи приближения функций. Полиномиальная интерполяция. Многочлен Лагранжа. Минимизация оценки погрешности интерполяции. Интерполяционный многочлен Ньютона с конечными и разделенными разностями.	5	2	15	-	РГР
Модуль 2	Пр39	Многочлен Чебышева. Интерполяционный многочлен Ньютона с конечными и разделенными разностями.	5	2		-	

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 3	Лек6	Численное интегрирование. Простейшие квадратурные формулы	5	2		-	
Модуль 3	Пр310	Простейшие формулы интегрирования. Формулы прямоугольника. Формулы трапеции. Формулы Симпсона.	5	2	15	-	РГР
Модуль 3	Пр311	Простейшие формулы интегрирования. Формулы прямоугольника. Формулы трапеции. Формулы Симпсона.	5	2		-	
Модуль 4	Лек7	Простейшие формулы интегрирования. Формулы прямоугольника. Формулы трапеции. Формулы парабол (Симпсона). Оценка погрешности формул простейшего интегрирования.	5	2		-	
Модуль 3	Пр312	Квадратурные формулы Гаусса. Простейшие формулы интегрирования.	5	2		-	
Модуль 3	Пр313	Простейшие формулы интегрирования	5	2		-	
Модуль 4	Лек8	Задача Коши для обыкновенного дифференциального уравнения первого порядка.	5	2		-	
Модуль 3	Пр314	Задача Коши для обыкновенного дифференциального уравнения первого порядка. Метод Эйлера. Способ Рунге-Кутты построения одношаговых методов. Методы Рунге-Кутты второго	5	2	10	-	РГР
Модуль 3	Пр315	Метод Эйлера.Способ Рунге-Кутта построения одношаговых методов. Методы Рунге-Кутта второго и четвертого порядков.	5	2		-	

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 3	Лек9	Задача Коши для системы дифференциальных уравнений первого порядка. Многошаговый метод Адамса. . Экстраполяционный и интерполяционный метод Адамса второго и третьего порядка.	5	2		-	
Модуль 3	Пр316	Многошаговый метод Адамса.	5	2	15	-	РГР
Модуль 3	Пр317	Многошаговый экстраполяционный метод Адамса.	5	2		-	
	Сам	Работа с лекционным материалом и учебной литературой. Подготовка к практическим занятиям.	5	23			
	ПА	Промежуточная аттестация	5	0,35			
	ПСЦ	Посещаемость			10		
Итого:				144	100		

Схема расчета итогового балла: $\langle (\text{Сумма} + T_{\text{ср}}) / 2 \rangle$ – сумма баллов по всем учебным мероприятиям, предусмотренным в курсе + среднее арифметическое по всем промежуточным тестам, проводимым через ОТ, делится на 2.

5. Образовательные технологии

В рамках изучения дисциплины предусмотрено использование следующих образовательных технологий:

- технология традиционного обучения: лекции и практические работы, самостоятельная работа;
- технология проектного обучения: реализация и защита отчетов по практическим работам;
- интерактивные технологии: работа в малых группах.

6. Методические указания по освоению дисциплины

Изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления знаний, следовательно, пропуски отдельных тем не позволяют глубоко освоить предмет.

В ходе лекционных занятий задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Студент может дополнить список использованной литературы современными источниками, не представленными в списке рекомендованной литературы, и в дальнейшем использовать собственные подготовленные учебные материалы при написании курсовых и выпускных квалификационных работ.

7. Оценочные средства

7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
5	ОПК-2	Тестовые задания по модулю 1, 2, 3 Контрольные работы Вопросы к экзамену

7.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля

7.2.1. Комплект заданий для расчетно-графической работы

(наименование оценочного средства)

Типовые примеры заданий

Задание 1. В приведенных задачах числа m , n , k вычислены с некоторой погрешностью. Необходимо вычислить и определить погрешность результата для X .

$$X = \frac{m \cdot n}{\sqrt{k}} \quad \text{где}$$

1. а) $m=3,85 (\pm 0,01)$, $n=12,163 (\pm 0,002)$, $k=87,32 (\pm 0,03)$
б) $m=3,15 (\pm 0,02)$, $n=10,734 (\pm 0,003)$, $k=55,217 (\pm 0,001)$

$$X = \frac{\sqrt{m \cdot n}}{k} \quad \text{где}$$

2. а) $m=15,16 (\pm 0,01)$, $n=35,41 (\pm 0,02)$, $k=67,68 (\pm 0,03)$
б) $m=31,35 (\pm 0,03)$, $n=72,24 (\pm 0,01)$, $k=50,15 (\pm 0,02)$

$$X = \frac{\sqrt{m \cdot n}}{k} \quad \text{где}$$

3. а) $m=3,851 (\pm 0,002)$, $n=16,31 (\pm 0,01)$, $k=10,51 (\pm 0,03)$
б) $m=4,36 (\pm 0,03)$, $n=21,52 (\pm 0,01)$, $k=11,65 (\pm 0,02)$

$$X = \frac{m^2 \cdot n}{k} \quad \text{где}$$

4. а) $m=3,256 (\pm 0,001)$, $n=2,035 (\pm 0,002)$, $k=7,151 (\pm 0,001)$
б) $m=1,245 (\pm 0,002)$, $n=2,321 (\pm 0,002)$, $k=6,074 (\pm 0,001)$

$$X = \frac{m \cdot n^3}{k} \quad \text{где}$$

5. а) $m=0,534 (\pm 0,001)$, $n=2,16 (\pm 0,02)$, $k=5,484 (\pm 0,003)$
б) $m=2,341 (\pm 0,002)$, $n=3,182 (\pm 0,001)$, $k=6,72 (\pm 0,02)$

$$X = \frac{m \cdot n^2}{k^3} \quad \text{где}$$

6. а) $m=1,356 (\pm 0,001)$, $n=3,87 (\pm 0,02)$, $k=0,851 (\pm 0,002)$
б) $m=2,374 (\pm 0,002)$, $n=4,75 (\pm 0,01)$, $k=2,671 (\pm 0,001)$

$$X = \frac{m \cdot n^2}{4k} \quad \text{где}$$

7. а) $m=3,142 (\pm 0,005), n=52,11 (\pm 0,01), k=8,35 (\pm 0,02)$
 б) $m=3,143 (\pm 0,003), n=50,32 (\pm 0,01), k=6,32 (\pm 0,01)$

$$X = \sqrt{\frac{m \cdot n}{k}} \quad \text{где}$$

8. а) $m=3,678 (\pm 0,002), n=25,71 (\pm 0,02), k=5,67 (\pm 0,03)$
 б) $m=4,531 (\pm 0,001), n=23,84 (\pm 0,01), k=3,78 (\pm 0,02)$

$$X = \frac{m \cdot n}{k^2} \quad \text{где}$$

9. а) $m=5,274 (\pm 0,002), n=0,82 (\pm 0,01), k=0,68 (\pm 0,02)$
 б) $m=3,234 (\pm 0,001), n=0,25 (\pm 0,01), k=1,37 (\pm 0,02)$

$$X = \frac{\sqrt{m} \cdot n^3}{\sqrt{k}} \quad \text{где}$$

10. а) $m=25,41 (\pm 0,01), n=6,25 (\pm 0,02), k=0,379 (\pm 0,001)$
 б) $m=29,71 (\pm 0,02), n=3,92 (\pm 0,01), k=0,298 (\pm 0,002)$

Критерии оценки

20 баллов - полностью выполнено задание. 15 баллов - задание выполнено на 75%. 10 баллов - задание выполнено на 50%. 5 баллов - задание выполнено на 25%. 0 баллов - не выполненное задание.

Задание 2. Ознакомьтесь с методами приближенного вычисления корней уравнений. Найдите один действительный корень уравнения с точностью 10^{-5} . В ходе решения осуществить следующие шаги:

2.1. Отделить корень уравнения.

2.2. Вычислить с помощью программы значение отдельного корня методами: деление отрезка пополам, хорд, касательных, гибридным методом. При использовании метода простых итераций найти решение при разных начальных приближениях. Результаты вычислений занести в таблицу. Определить количество итераций каждого метода. Получить точное решение и сравнить с приближенным.

Вариант задания выбрать из таблицы 1.1.

Таблица 1.1

№ варианта	Вид функции	№ варианта	Вид функции
1	$x^2 - 2x + \ln x$	11	$x^3 - 2x^2 - 6x - 1$
2	$x^2 - 2 \ln(x+1)$	12	$x^4 - 3x - 3$
3	$x^3 - 2x - 13$	13	$3 - x^3 + \sin\left(\frac{\pi x}{2}\right)$
4	$x^4 + 6x^2 - 12x - 8$	14	$x^3 + 2x^2 - 11$
5	$2^x + 2x^2 - 3$	15	$x^2 - 1 - \cos(1,2x)$
6	$xe^{2x} - 4$	16	$(x - 0,5)^2 - \sin(\pi x)$
7	$x^5 + 5x + 1$	17	$x^3 - 2 \cos(\pi x)$
8	$(x-2)^2 - e^x$	18	$(x-1)^2 - 0,5e^x$
9	$2xe^x - 5$	19	$x^5 + 18x^3 - 34$
10	$2x - 3 \sin(2x) - 1$	20	$\lg(1,2x) - 2 + 3x$

Задание 3. Найдите действительный корень уравнения с точностью 10^{-4} , на интервале $[a, b]$. На первом этапе решения методом деления пополам, уменьшать интервал, содержащий

корень, до тех пор, пока его длина не станет меньше 0,2. Потом, применить один из «более» быстрых методов.

1	$2 \ln(x-1) - 7 + x = 0.$	11	$\sqrt[3]{x-2} - x^2 = 0.$
2	$x^2 + e^x - 2 = 0.$	12	$5 \log_4(x-3) - 2 + x^2 = 0.$
3	$3 \ln(x+1) - 5 + x = 0.$	13	$2^x + x^2 - 10 = 0.$
4	$2 \sin x - \frac{1}{3} + x = 0.$	14	$3^x - 2x^2 + 5 = 0.$
5	$2 \cos x - \frac{1}{2} + x = 0.$	15	$2^x + 3x - 7 = 0.$
6	$\sin \frac{x}{2} - \frac{1}{2} + \frac{x}{3} = 0.$	16	$3^x - 8 + 2x = 0.$
7	$2 \sin(x-1) - 1 + x^2 = 0.$	17	$2^x + 3 - 4x^2 = 0.$
8	$3 \cos x + x - x^2 = 0.$	18	$3 \sin x + x - 2 = 0.$
9	$3 \log_2(x+3) - 5 + x = 0.$	19	$3 \cos(x-1) - x + 2 = 0.$
10	$\log_3(x-3) - 4 + x^2 = 0.$	20	$2x - 5 + e^x = 0.$

Отчет должен содержать:

1. График исследуемой функции с интервалами отделения корней.
2. Таблицы пошаговых расчетов корня уравнения.
3. Обоснованное заключение о преимуществах и недостатках использования исследованных методов решения применительно к заданному уравнению (для задания 1).

Критерии оценки

20 баллов - полностью выполнено задание. 15 баллов - задание выполнено на 75%. 10 баллов - задание выполнено на 50%. 5 баллов - задание выполнено на 25%. 0 баллов - не выполненное задание.

Тема: Численное решение систем нелинейных уравнений.

Задание 1. Используя метод Ньютона, решить систему нелинейных уравнений с точностью 0,0001, найдя начальное приближение графическим методом.

1. $\begin{cases} \sin(x+1) - y = 1.2; \\ 2x + \cos y = 2. \end{cases}$
2. $\begin{cases} \sin y + 2x = 2; \\ y + \cos(x-1) = 0.7. \end{cases}$
3. $\begin{cases} \cos(x-1) + y = 0.5; \\ x - \cos y = 3. \end{cases}$
4. $\begin{cases} \cos y + x = 1.5; \\ 2y - \sin(x-0.5) = 1. \end{cases}$
5. $\begin{cases} \sin x + 2y = 2; \\ x + \cos(y-1) = 0.7. \end{cases}$
6. $\begin{cases} \sin(y+0.5) - x = 1; \\ y + \cos(x-2) = 0. \end{cases}$
7. $\begin{cases} \cos x + y = 1.5; \\ 2x - \sin(y-0.5) = 1. \end{cases}$
8. $\begin{cases} \cos(y+0.5) + x = 0.8; \\ \sin x - 2y = 1.6. \end{cases}$
9. $\begin{cases} \sin(x+0.5) - y = 1; \\ x + \cos(y-2) = 2. \end{cases}$
10. $\begin{cases} \sin(y-1) + x = 1.3; \\ y - \sin(x+1) = 0.8. \end{cases}$

Задание 2. Используя метод простых итераций, решить систему нелинейных уравнений с точностью 0,0001, найдя начальное приближение машинным методом.

Критерии оценки

10 баллов - полностью выполнено задание. 7 баллов - задание выполнено на 75%. 5 баллов - задание выполнено на 50%. 3 баллов - задание выполнено на 25%. 0 баллов - не выполненное задание.

Тема: Численное решение систем уравнений.

Задание 1. Используя схему Гаусса (*схема единственного деления и схема полного выбора*) решить систему уравнений

- | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 1) $x_1 + x_2 + x_3 = 2$
$2x_1 - x_2 - 6x_3 = 2$
$3x_1 - 2x_2 = 8$ | 2) $3x_1 - x_2 + x_3 = 4$
$2x_1 - 5x_2 - 3x_3 = -17$
$x_1 + x_2 - x_3 = 0$ |
| 3) $3x_1 - x_2 = 5$
$-2x_1 + x_2 + x_3 = 0$
$2x_1 - x_2 + 4x_3 = 15$ | 4) $x_1 + x_2 + 2x_3 = -1$
$2x_1 - x_2 + 2x_3 = -4$
$4x_1 + x_2 + 4x_3 = -2$ |
| 5) $2x_1 - x_2 - x_3 = 4$
$3x_1 - 4x_2 - 2x_3 = 11$
$3x_1 - 2x_2 + 4x_3 = 11$ | 6) $4x_1 - 3x_2 + 2x_3 = 9$
$2x_1 + 5x_2 - 3x_3 = 4$
$5x_1 + 6x_2 - 2x_3 = 18$ |
| 7) $x_1 + 2x_2 + 4x_3 = 31$
$5x_1 + x_2 + 2x_3 = 29$
$3x_1 - x_2 + x_3 = 10$ | 8) $3x_1 + 2x_2 + x_3 = 5$
$2x_1 + 3x_2 + x_3 = 1$
$2x_1 + x_2 + 3x_3 = 11$ |
| 9) $x_1 + 2x_2 + x_3 = 4$
$3x_1 - 5x_2 + 3x_3 = 1$
$2x_1 + 7x_2 - x_3 = 8$ | 10) $5x_1 + 8x_2 - x_3 = -7$
$x_1 + 2x_2 + 3x_3 = 1$
$2x_1 - 3x_2 + 2x_3 = 9$ |
| 11) $11x_1 + 3x_2 - x_3 = 2$
$2x_1 + 5x_2 - 5x_3 = 0$
$x_1 + x_2 + x_3 = 2$ | 12) $x_1 + 5x_2 - x_3 = 7$
$2x_1 - x_2 - x_3 = 4$
$3x_1 - 2x_2 + 4x_3 = 11$ |
| 13) $x_1 - x_2 = 4$
$2x_1 + 3x_2 + x_3 = 1$
$2x_1 + x_2 + 3x_3 = 11$ | 14) $2x_1 + x_2 + 4x_3 = 20$
$2x_1 - x_2 - 3x_3 = 3$
$3x_1 + 4x_2 - 5x_3 = -8$ |
| 15) $2x_1 - x_2 + 3x_3 = 7$
$x_1 + 3x_2 - 2x_3 = 0$
$2x_2 - x_3 = 2$ | 16) $3x_1 + 4x_2 + 2x_3 = 8$
$2x_1 - x_2 - 3x_3 = -1$
$x_1 + 5x_2 + x_3 = 0$ |

Критерии оценки

10 баллов - полностью выполнено задание. 7 баллов - задание выполнено на 75%. 5 баллов - задание выполнено на 50%. 3 баллов - задание выполнено на 25%. 0 баллов - не выполненное задание.

Задание 2. Решить систему уравнений двумя способами — методом итераций и методом Зейделя. Продолжать итерации до тех пор, пока точность приближенного решения не станет меньше 0,01.

- 1) $10x_1 + x_2 + x_3 = 12$
 $2x_1 + 10x_2 + x_3 = 13$
 $2x_1 + 2x_2 + 10x_3 = 14$
- 2) $4x_1 + 0,24x_2 - 0,08x_3 = 8$
 $0,09x_1 + 3x_2 - 0,15x_3 = 9$
 $0,04x_1 - 0,08x_2 + 4x_3 = 20$
- 3) $4x_1 - x_2 + x_3 = 4$
 $x_1 + 6x_2 + 2x_3 = 9$
 $-x_1 - 2x_2 + 5x_3 = 2$
- 4) $2x_1 - x_2 - x_3 = -3$
 $3x_1 + 5x_2 - x_3 = 1$
 $x_1 - 4x_2 + 10x_3 = 0$
- 5) $10x_1 + 2x_2 + 6x_3 = 28$
 $x_1 + 10x_2 + 8x_3 = 7$
 $2x_1 - 7x_2 - 10x_3 = -17$
- 6) $7,6x_1 + 0,5x_2 + 2,4x_3 = 1,9$
 $2,2x_1 + 9,1x_2 + 4,4x_3 = 9,7$
 $-1,3x_1 + 0,2x_2 + 5,8x_3 = -1,4$
- 7) $20x_1 + 2x_2 + 6x_3 = 38$
 $x_1 + 20x_2 + 9x_3 = -23$
 $2x_1 - 7x_2 - 20x_3 = -57$
- 8) $x_1 - 0,2x_2 - 0,2x_3 = 0,6$
 $-0,1x_1 + x_2 - 0,2x_3 = 0,7$
 $-0,1x_1 - 0,1x_2 + x_3 = 0,8$
- 9) $5x_1 + 0,5x_2 + 0,5x_3 = 6$
 $x_1 + 5x_2 + 0,5x_3 = 6,5$
 $x_1 + x_2 + 5x_3 = 7$
- 10) $7,6x_1 + 0,5x_2 + 2,4x_3 = 1,9$
 $2,2x_1 + 9,1x_2 + 4,4x_3 = 9,7$
 $-1,3x_1 + 0,2x_2 + 5,8x_3 = -1,4$
- 11) $x_1 + 0,1x_2 + 0,1x_3 = 1,2$
 $0,2x_1 + x_2 + 0,1x_3 = 1,3$
 $0,2x_1 + 0,2x_2 + x_3 = 1,4$
- 12) $2x_1 + 0,12x_2 - 0,04x_3 = 4$
 $0,03x_1 + x_2 - 0,05x_3 = 3$
 $0,01x_1 - 0,02x_2 + x_3 = 5$
- 13) $2x_1 - 0,5x_2 + 0,5x_3 = 2$
 $0,5x_1 + 3x_2 + x_3 = 4,5$
 $-2x_1 - 4x_2 + 10x_3 = 4$
- 14) $4x_1 - 2x_2 - x_3 = -6$
 $1,5x_1 + 2,5x_2 - 0,5x_3 = 0,5$
 $0,25x_1 - x_2 + 2,5x_3 = 0$

Задание 4. Используя LU-разложение решить систему линейных уравнений.

Задание 5. Решить симметричную матрицу методом квадратных корней.

Задание 6. Решить систему линейных уравнений с трехдиагональной матрицей методом прогонки.

Критерии оценки

20 баллов - полностью выполнено задание. 15 баллов - задание выполнено на 75%. 10 баллов - задание выполнено на 50%. 5 баллов - задание выполнено на 25%. 0 баллов - не выполненное задание.

Тема: Интерполяция табличных данных.

Задание 1. Вычислить значения заданной функции $y_i = f(x_i)$ в узлах интерполяции $x_i = a + h \cdot i$, где $h = (b - a)/10$, $i = 0, 1, \dots, 10$, на отрезке $[a, b]$.

№ варианта	f(x)	[a, b]	№ варианта	f(x)	[a, b]
1	$\sin x^2$	[0, 2]	9	$x \cdot \cos(x + \ln(1 + x))$	[1, 5]
2	$\cos x^2$	[0, 2]	10	$10 \cdot \ln 2x / (1 + x)$	[1, 5]
3	$e^{\sin x}$	[0, 5]	11	$\sin x^2 \cdot e^{-(x/2)^2}$	[0, 3]
4	$1/(0.5 + x^2)$	[0, 2]	12	$\cos(x + \cos^3 x)$	[0, 2]
5	$e^{-(x + \sin x)}$	[2, 3]	13	$\cos(x + e^{\cos x})$	[3, 6]

		5]			
6	$1/(1 + e^{-x})$	[0, 4]	14	$\cos(2x + x^2)$	[0, 1]
7	$\sin(x + e^{\sin x})$	[0, 3]	15	$e^{\cos x} \cos x^2$	[0, 2]
8	$e^{-(x + 1/x)}$	[1, 3]			

Задание 2. По вычисленной таблице (x_i, y_i) провести параболическую интерполяцию. Для нахождения коэффициентов искомого полинома необходимо составить систему линейных алгебраических уравнений. Систему уравнений решить матрично. Построить график интерполяционного многочлена и отметить на нем узловые точки (x_i, y_i) .

Задание 3. Для вычисленной табличной функции составить формулу интерполяционного многочлена Лагранжа, используя операторы суммирования и перемножения по дискретному аргументу, а также функцию. Построить график интерполяционного многочлена и отметить на нем узловые точки (x_i, y_i) .

Задание 4. Провести интерполирование заданной функции с помощью 1^{ой} и 2^{ой} интерполяционных формул Ньютона. Построить графики интерполяционных многочленов и отметить на нем узловые точки (x_i, y_i) .

Критерии оценки

20 баллов - полностью выполнено задание. 15 баллов - задание выполнено на 75%. 10 баллов - задание выполнено на 50%. 5 баллов - задание выполнено на 25%. 0 баллов - не выполненное задание.

Темы письменных работ

№ п/п	Темы
1	Тема 1. Введение в машину арифметики. Основные виды погрешностей. Методы и алгоритмы.
2	Тема 2. Решение нелинейного уравнения с одним неизвестным.
3	Тема 3. Решение систем нелинейных уравнений с несколькими функциями.
4	Тема 4. Численное решение систем линейных уравнений.
5	Тема 5. Интерполяция.

Краткое описание и регламент выполнения

Студентам следует:

- при подготовке к практическим занятиям следует обязательно использовать не только лекции, учебную литературу, но и другие источники;
- в начале занятий задать преподавателю вопросы по материалу, вызвавшему затруднения в его понимании и освоении при решении задач, заданных для самостоятельного решения;
- на занятии доводить каждую задачу до окончательного решения, демонстрировать понимание проведенных расчетов (анализов, ситуаций), в случае затруднений обращаться к преподавателю.

Для того чтобы практические занятия приносили максимальную пользу, необходимо помнить, что упражнение и решение задач проводятся по рассмотренному на лекциях материалу и связаны, как правило, с детальным разбором отдельных вопросов лекционного курса. Следует подчеркнуть, что только после усвоения лекционного материала с

определенной точки зрения (а именно с той, с которой он излагается на лекциях) он будет закрепляться студентом на практических занятиях как в результате обсуждения и анализа лекционного материала, так и с помощью решения проблемных ситуаций, задач. При этих условиях студент не только хорошо усвоит материал, но и научится применять его на практике, а также получит дополнительный стимул (и это очень важно) для активной проработки лекции.

При самостоятельном решении задач нужно обосновывать каждый этап решения, исходя из теоретических положений курса. Если студент видит несколько путей решения проблемы (задачи), то нужно сравнить их и выбрать самый рациональный. Полезно до начала вычислений составить краткий план решения проблемы (задачи). Решение проблемных задач или примеров следует излагать подробно, вычисления располагать в строгом порядке, отделяя вспомогательные вычисления от основных. Решения при необходимости нужно сопровождать комментариями, схемами, чертежами и рисунками.

Следует помнить, что решение каждой учебной задачи должно доводиться до окончательного логического ответа, которого требует условие, и по возможности с выводом. Полученный ответ следует проверить способами, вытекающими из существа данной задачи. Полезно также (если возможно) решать несколькими способами и сравнить полученные результаты. Решение задач данного типа нужно продолжать до приобретения твердых навыков в их решении.

Критерии оценки:

20 баллов - полностью выполнено задание. 15 баллов - задание выполнено на 75%. 10 баллов - задание выполнено на 50%. 5 баллов - задание выполнено на 25%. 0 баллов - не выполненное задание.

7.2.3. Задания для оценки сформированности компетенций

(наименование оценочного средства)

ОПК-2. Способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач

код и наименование компетенции

ОМ закрытого типа

Задание 1

Выберите один правильный вариант ответа.

1. Величина $\Delta a := |A - a|$ называется?

- а) погрешность метода;
- б) погрешность округления;
- в) абсолютная погрешность;
- г) относительная погрешность.

Правильный ответ: в.

Задание 2

Заполните пропуск: вставьте пропущенное слово.

_____ цифрами числа являются все цифры в его правильной записи, начиная с первой ненулевой слева.

Правильный ответ: значащими.

Задание 3

Выберите один правильный вариант ответа.

Какая погрешность, связанна со способом решения поставленной математической задачи?

- а) неустранимая погрешность;
- б) погрешность метода;
- в) вычислительная погрешность;
- г) результирующая погрешность.

Правильный ответ: б.

Задание 4

Выберите один правильный вариант ответа.

В каком численном методе точное решение уравнений может быть получено лишь в результате бесконечного повторения единообразных действий?

- а) итерационный метод;
- б) прямой метод;
- в) метод хорд;
- г) метод касательных.

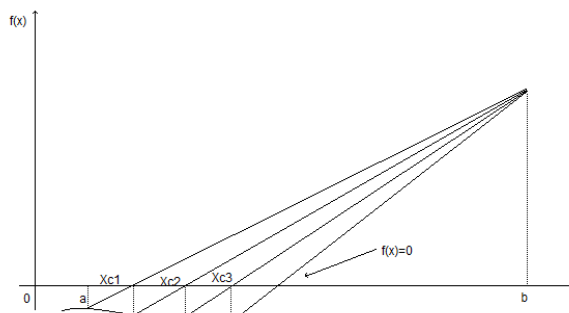
Правильный ответ: а.

Задание 5

Выберите один правильный вариант ответа.

Какой метод изображен на рисунке?

- а) метод хорд;
- б) метод касательных;
- в) метод половинного деления;
- г) метод итераций.



Правильный ответ: а.

ОМ открытого типа

Задание 6

Дайте развернутый ответ.

Перечислите источники и классификации погрешностей.

Правильный ответ:

Источниками возникновения погрешности численного решения задачи являются следующие факторы.

- Неточность математического описания (например, неточность задания начальных данных).

- Неточность численного метода решения задачи.

- Конечная точность машинной арифметики.

Все погрешности можно разделить на три вида:

- неустранимая погрешность;

- погрешность метода;

-вычислительная погрешность.

Результирующая погрешность определяется как сумма величин всех перечисленных выше погрешностей.

Неустраняемая погрешность состоит из двух частей:

- погрешность, обусловленная неточностью задания числовых данных, входящих в математическое описание задачи;

- погрешность, являющаяся следствием несоответствия математического описания задачи реальной действительности (погрешность математической модели).

Задание 7

Дайте развернутый ответ.

Что такое абсолютная и относительная погрешности?

Правильный ответ:

Абсолютная погрешность некоторого числа равна разности между его истинным значением и приближенным значением, полученным в результате вычисления или измерения:

$$\Delta x = x - a \quad \text{где } a \text{ – приближенное значение числа } x.$$

Относительная погрешность – это отношение абсолютной погрешности к приближенному значению числа:

$$\delta x = \Delta x / x$$

Истинное значение величины x обычно неизвестно. Имеется лишь приближенное

значение a и нужно найти его предельную погрешность Δa . В дальнейшем значение Δa принимается в качестве абсолютной погрешности приближенного числа a . Тогда истинное значение x находится в интервале $a \pm \Delta a$.

Задание 8

Дайте развернутый ответ.

Какая вычислительная задача называется корректной?

Правильный ответ:

Вычислительная задача называется корректной, если выполняются следующие три требования:

а) решение этой задачи у Y существует при любых $x \in X$,

б) это решение единственно,

в) решение устойчиво по отношению к малым возмущениям входных данных.

Если не выполнено, хотя бы одно из условий, задача называется некорректной.

Задание 9

Дайте развернутый ответ.

Что понимается под обусловленностью вычислительной задачи?

Правильный ответ:

Под обусловленностью вычислительной задачи понимают ее чувствительность к малым погрешностям входных данных. Задачу называют хорошо обусловленной, если малым погрешностям входных данных отвечают малые погрешности решения, и плохо обусловленной, если возможны сильные изменения решения. Для измерения количественной стороны обусловленности используют число обусловленности.

Задание 10

Дайте развернутый ответ.

Перечислите вычислительные методы.

Правильный ответ:

Методы, которые используются в вычислительной математике для преобразования задач к виду, удобному для реализации на ЭВМ, и позволяют конструировать вычислительные алгоритмы, называются вычислительными.

Они разделяются на следующие классы:

- 1) методы эквивалентных преобразований;
- 2) методы аппроксимации;
- 3) прямые (точные) методы;
- 4) итерационные методы;
- 5) методы статистических испытаний (Монте-Карло).

7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Семестр 5

№ п/п	Вопросы к экзамену
1	Источники и классификация погрешностей.
2	Абсолютная и относительная погрешности.
3	Понятие о погрешностях машинной арифметики
4	Корректность вычислительной задачи.
5	Обусловленность вычислительной задачи.
6	Вычислительные методы.
7	Корректность вычислительных алгоритмов.
8	Обусловленность вычислительных алгоритмов.
9	Постановка задачи решения нелинейного уравнения с одним неизвестным. Локализация корней.
10	Типы сходимости итерационных последовательностей.
11	Метод половинного деления.
12	Метод хорд.
13	Метод Ньютона.
14	Применение метода Ньютона к вычислению значений функций.
15	Модификации метода Ньютона.
16	Гибридные алгоритмы.
17	Задача о неподвижной точке. Метод простых итераций.
18	Метод простых итераций для решения нелинейных систем уравнений.
19	Метод Ньютона и его модификации для решения нелинейных систем уравнений.
20	Постановка задачи решения СЛАУ. Обусловленность СЛАУ.
21	Метод Гаусса и его применение к вычислению обратной матрицы и определителя. Метод Гаусса с выбором ведущего элемента.
22	LU - разложение.
23	Метод Холецкого.
24	LU-метод и QR-метод для нахождения собственных значений.
25	Постановка задачи приближения функций.

26	Полиномиальная интерполяция. Многочлен Лагранжа.
27	Многочлен Чебышева.
28	Минимизация оценки погрешности интерполяции.
29	Интерполяционный многочлен Ньютона с конечными и разделенными разностями.
30	Преимущества и недостатки глобальной полиномиальной интерполяции. Понятие о кусочно-полиномиальной интерполяции (локальной).
31	Интерполяция сплайнами.
32	Элементы теории матриц. Нормы векторов и матриц.
33	Линейная система. Вводные сведения.
34	Метод Гаусса. Схема единственного деления.
35	Метод Гаусса. Компактная схема. Условие существования и единственности LU-разложения.
36	Метод квадратного корня.
37	QR-разложение матрицы. Метод ортогонализации.
38	Число обусловленности матрицы, его происхождение и основные свойства. Хорошо и плохо обусловленные матрицы.
39	Метод простой итерации. Условия сходимости. Скорость сходимости. Оценка погрешности. Правило Якоби преобразования системы
40	Градиентный метод с постоянным шагом. Оценка скорости сходимости. Оптимальный выбор шага. Связь с числом обусловленности
41	Метод скорейшего спуска. Свойство градиентов. Оценка сходимости. Метод минимальных невязок. Оценка сходимости.
42	Системы с прямоугольными матрицами. Метод наименьших квадратов. Псевдорешения системы. Нормальная система.
43	Проблема собственных значений. Преобразование подобия. Спектральные задачи.
44	Метод вращений в проблеме собственных значений.
45	Метод простой итерации для нелинейных систем. Теоремы о сходимости. Условие сжатия на основе матрицы Якоби.
46	Метод Ньютона для системы уравнений. Теорема о сходимости. Модификации метода.
47	Задача интерполирования в классе обобщенных многочленов. Система функций Чебышёва. Интерполирующий базис.
48	Задача алгебраического интерполирования. Многочлен Лагранжа. Линейная и параболическая интерполяция. Погрешность интерполирования.
49	Задача алгебраического интерполирования. Многочлен Ньютона. Погрешность. Оптимальный выбор узлов.
50	Задача кратного интерполирования. Многочлен Эрмита. Погрешность.
51	Сплайн-интерполирование. Линейный сплайн. Кубический сплайн. Оценка погрешности.
52	Задача наилучшего приближения. Чебышёвская аппроксимация. Метод наименьших квадратов.
53	Задача численного интегрирования. Терминология. Интерполяционная квадратурная формула.
54	Квадратурные формулы прямоугольников. Оценки погрешности.
55	Квадратурные формулы трапеций. Оценки погрешности
56	Квадратурные формулы Симпсона. Оценки погрешности
57	Квадратурная формула Гаусса. Свойства узлов. Оценка погрешности.
58	Численное дифференцирование. Простейшие формулы.

59	Корректность вычислительной задачи.
60	Задача о неподвижной точке. Метод простых итераций.

7.3.2. Критерии и нормы оценки

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
5	Экзамен (по накопительному рейтингу)	«зачтено»	
		«не зачтено»	
		«отлично»	- рейтинговый балл 84-100
		«хорошо»	- рейтинговый балл 70-84
		«удовлетворительно»	- рейтинговый балл 55-69
		«неудовлетворительно»	- рейтинговый балл 0-54

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Обязательная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Кондаков Н.С.	Основы численных методов	Учебное пособие	2014	ЭБС "IPRbooks"
2	Краюткина Е.В.	Численные методы в научных расчетах	учебное пособие	2015	ЭБС "IPRbooks"
3	Шевченко Г.И.	Численные методы	лабораторный практикум	2016	ЭБС "IPRbooks"
4	Зенков А.В.	Численные методы	Учебное пособие	2016	ЭБС "IPRbooks"

8.2. Дополнительная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Пименов В.Г.	Численные методы. Часть 2	Учебное пособие	2014	ЭБС "IPRbooks"
2	Тарасов В.Н.	Численные методы. Теория, алгоритмы, программы	Учебное пособие	2017	ЭБС "IPRbooks"
3	Плохотников К.Э.	Методы разработки математических моделей и вычислительный эксперимент на базе пакета MATLAB	Курс лекций	2017	ЭБС "IPRbooks"

8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

- «Российское образование» - федеральный портал: <http://www.edu.ru/index.php>.
- Научная электронная библиотека: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>.
- Электронная библиотечная система IPRbooks: <http://www.iprbookshop.ru/>.
- Федеральная университетская компьютерная сеть России: <http://www.runnet.ru/>.
- Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам": <http://window.edu.ru/>.

8.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1	MATLAB & Simulink	Договор 652/2014 от 07.07.2014 (бессрочный)
2	MathCAD	ГК № 83 от 31.01.2008 (доп. согл. №84 от 31.01.2008) (бессрочный)

8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
1	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации.	Столы ученические двухместные (моноблок) стол преподавательский, стул, доска аудиторная(меловая)
2	Компьютерный класс. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для проведения лабораторных работ. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации.	Столы ученические,переносной проектор, экран, стол преподавательский, стулья, доска аудиторная (маркерная), ПК с выходом в сеть Интернет
3	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий	Столы ученические двухместные (моноблок), стол преподавательский, стул, доска аудиторная(меловая).

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
	семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации.	
4	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации.	Столы ученические двухместные (моноблок), доска аудиторная 3-х секционная (меловая), стол преподавательский, стулья, проектор Acer
5	Компьютерный класс. Помещение для самостоятельной работы. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации.	Столы ученические, стулья ученические, ПК с выходом в сеть Интернет