

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

ФТД.02  
(индекс дисциплины)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Теория вычислительного эксперимента**

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки  
01.04.02 Прикладная математика и информатика

направленность (профиль)  
Математическое моделирование

Форма обучения: очно-заочная

Год набора: 2022

Общая трудоемкость: 2 ЗЕ

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр	3	Итого
Форма контроля	зачет	
Вид занятий		
Лекции	8	8
Лабораторные		
Практические	8	8
Руководство: курсовые работы (проекты) / РГР		
Контактная работа	16.25	16.25
Самостоятельная работа	55.75	55.75
Контроль		
<b>Итого</b>	<b>72</b>	<b>72</b>

Рабочую программу составил(и):

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

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

01.04.02 Прикладная математика и информатика

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

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры «Прикладная математика и информатика»

(протокол заседания №2 от «15» сентября 2021г.).

## 1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – формирование профессиональных компетенций бакалавра, связанных с проведением вычислительного эксперимента.

Задачи:

1. Сформировать представления о теории вычислительных методов (погрешность, сходимость).
2. Содействовать овладению обучающимися базовыми математическими знаниями и информационными технологиями для эффективного применения их при решении научно-технических задач и прикладных задач, связанных с развитием и использованием информационных технологий.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

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

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: полученные умения необходимы для успешного освоения специальных курсов данного профиля, а также для успешной подготовки квалификационных работ.

## 3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
ОПК-3; Способен разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности	ОПК-3.1 Демонстрирует знания методов и принципов математического моделирования	Знать: - основные численные методы; - способы программной реализации численного решения задач.
	ОПК-3.2. Анализирует проблемы профессиональной деятельности, требующие использования современных научных исследований на основе математики.	Уметь: - использовать полученные теоретические знания для решения практических задач; - составлять алгоритмы решения различных практических задач с применением численных методов.
	ОПК-3.3. Демонстрирует умения математического моделирования различных явлений и процессов	Владеть: - навыками практических расчётов по формулам приближённого решения; - навыками программной реализации алгоритмов решения задач.
ПК-2; Способен проводить научные исследования и получать новые научные и прикладные результаты	ПК-2.1 Знает методы проведения научных исследований и технологию командной работы	Знать: математические методы решения прикладных задач исследовательского характера.
	ПК-2.2 Умеет	Уметь: проводить научные исследования и получать новые научные и прикладные результаты

<b>Формируемые и контролируемые компетенции</b> (код и наименование)	<b>Индикаторы достижения компетенций</b> (код и наименование)	<b>Планируемые результаты обучения</b>
самостоятельно и в составе научного коллектива	проводить научные исследования для получения научных и прикладных результатов в различных областях прикладной математики и информатики ПК-2.3 Владеет навыками проведения научных исследований для получения научных и прикладных результатов в различных областях прикладной математики и информатики.	самостоятельно и в составе научного коллектива
		Владеть: математическими методами для проведения научных исследований и получения новых научных и прикладных результатов самостоятельно и в составе научного коллектива

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем , ч.	Баллы	Интер актив, ч.	Формы текущего контроля (наименовани е оценочного
Модуль 1. Основные понятия.	Лек.	Введение в машину арифметики. Основные виды погрешностей. Абсолютная и относительная погрешности. Основы машинной арифметики. Действия над приближёнными числами. Методы и алгоритмы. Вычислительная задача. Корректность вычислительной задачи. Обусловленность вычислительной задачи. Вычислительный алгоритм. Корректность и обусловленность вычислительного алгоритма.	3	2	10		Тест
	Пр.	Действия над приближёнными числами. Устойчивость и корректность задач..		2	10		Отчет по практическому заданию
	Ср.			10			
Модуль 2. Решение нелинейных уравнений	Лек.	Постановка задачи. Локализация корней. Скорости сходимости итерационной последовательности. Метод половинного деления. Метод секущих. Метод половинного деления решения уравнений вида $f(x)=0$ . Метод секущих решения уравнений вида $f(x)=0$ . Модификации метода Ньютона решения уравнений вида $f(x)=0$ .	3	2	10		Тест
	Пр.	Гибридный алгоритм решения уравнений вида $f(x)=0$ . Постановка задачи. Метод Ньютона для решения систем нелинейных уравнений. Модификации метода Ньютона.		2	10		Отчет по практическому заданию
	Ср.	Метод простой итерации (из задачи о неподвижной точки)		15			

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем , ч.	Баллы	Интер актив, ч.	Формы текущего контроля (наименовани е оценочного
Модуль 3. Численное решение систем линейных уравнений	Лек.	Системы линейных алгебраических уравнений. LU - разложение. Метод Холесского. Метод простой итерации. Достаточные условия сходимости. Метод Якоби. Метод Зейделя.		2	10		Тест
	Пр.			2	10		Отчет по практическому
	Ср.			15			
Модуль 4. Численное дифференц ирование	Лек.	Численное дифференцирование. Простейшие формулы. Обусловленность формул численного дифференцирования.	3	2	10		Тест
	Пр.			2	10		Отчет по практическому заданию
	Ср.			8			
Модуль 4. Численное интегриров ание	Лек.	Численное интегрирование. Простейшие квадратурные формулы. Квадратурные формулы Ньютона-Котеса. Квадратурные формулы Гаусса. Простейшие формулы интегрирования. Формулы прямоугольника. Формулы трапеции. Формулы парабол (Симпсона). Оценка погрешности формул простейшего интегрирования Задача Коши для обыкновенного дифференциального уравнения первого порядка. Метод Эйлера. Метод прогноза и коррекции. Способ Рунге-Кутты построения одношаговых методов. Методы			10		Тест

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем , ч.	Баллы	Интер актив, ч.	Формы текущего контроля (наименовани е оценочного
	Пр.	Рунге-Кутта второго и четвертого порядков. Интегральные уравнения Фредгольма. Некорректность задачи о решении интегрального уравнения Фредгольма 1 рода. Интегральное уравнение Вольтерра первого порядка.			10		Отчет по практическому заданию
	Ср.			8			
Итого:				72	100		

## **5. Образовательные технологии**

При изучении дисциплины (учебного курса) используются дистанционные образовательные технологии.

## **6. Методические указания по освоению дисциплины**

### **6.1. Рекомендации по подготовке к тестированию по темам курса**

Тесты – это вопросы или задания, предусматривающие конкретный, краткий, четкий ответ на имеющиеся эталоны ответов.

При самостоятельной подготовке к тестированию студенту необходимо:

а) готовясь к тестированию, проработайте информационный материал по дисциплине. Проконсультируйтесь с преподавателем по вопросу выбора учебной литературы;

б) четко выясните все условия тестирования заранее. Вы должны знать, сколько тестов Вам будет предложено, сколько времени отводится на тестирование, какова система оценки результатов и т.д.;

в) приступая к работе с тестами, внимательно и до конца прочтите вопрос и предлагаемые варианты ответов. Выберите правильные (их может быть несколько). На отдельном листке ответов выпишите цифру вопроса и буквы, соответствующие правильным ответам;

г) в процессе решения желательно применять несколько подходов в решении задания. Это позволяет максимально гибко оперировать методами решения, находя каждый раз оптимальный вариант.

д) если Вы встретили чрезвычайно трудный для Вас вопрос, не тратьте много времени на него. Переходите к другим тестам. Вернитесь к трудному вопросу в конце.

е) обязательно оставьте время для проверки ответов, чтобы избежать механических ошибок.

Тестирование - позволяет оценить знание фактического материала, умение логически мыслить, способность к рефлексии и творчески подходить к решению поставленной задачи.

### **6.1. Рекомендации по подготовке к практическим занятиям**

Студентам следует:

- при подготовке к занятиям обязательно использовать не только 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.

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.

### 6.3. Рекомендации по подготовке к зачету

Подготовка к зачету способствует закреплению, углублению и обобщению знаний, получаемых, в процессе обучения, а также применению их к решению практических задач. Готовясь к зачету, студент ликвидирует имеющиеся пробелы в знаниях, углубляет, систематизирует и упорядочивает свои знания. На зачете студент демонстрирует то, что он приобрел в процессе обучения по конкретной учебной дисциплине.

Необходимо ориентировать студентов на систематическую подготовку к занятиям в течение семестра, что позволит использовать время экзаменационной сессии для систематизации знаний.

## 7. Оценочные средства

### 7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
3	ОПК-3;	<i>Отчет по практической работе</i> <i>Тестовые задания</i> <i>Вопросы к зачету</i>
3	ПК-2	<i>Отчет по практической работе</i> <i>Тестовые задания</i> <i>Вопросы к зачету</i>

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

#### 7.2.1. Примерные тесты:

1) Приблизненным числом  $a$  называют число, незначительно отличающиеся от

- a) точного  $A$
- b) неточного  $A$
- c) среднего  $A$
- d) точного не известного
- e) приблизительного  $A$

2)  $a$  называется приближенным значением  $A$  по недостатку, если

- a)  $a < A$
- b)  $a > A$
- c)  $a = A$
- d)  $a \geq A$
- e)  $a \leq A$

3)  $a$  называется приближенным значением числа  $A$  по избытку, если

- a)  $a > A$
- b)  $a < A$
- c)  $a = A$

d)  $a \geq A$

e)  $a \leq A$

Под ошибкой или погрешностью  $\Delta a$  приближенного числа  $a$  обычно понимается разность между соответствующим точным числом  $A$  и данным приближением, т.е.

a)  $\Delta a = A - a$

b)  $\Delta a = A + a$

c)  $\Delta a = A/a$

d)  $a = \Delta a - A$

e)  $A = \Delta a + A$

7) Если ошибка положительна  $A >$ , то

a)  $\Delta a > 0$

b)  $\Delta a < 0$

c)  $\Delta a = 0$

d)  $\Delta a \leq 0$

e)  $a > a$

8) Абсолютная погрешность приближенного числа

a)  $\Delta = |\Delta a|$

b)  $\Delta a = a$

c)  $\Delta = |a|$

d)  $A = |\Delta a|$

e)  $\Delta a = |\Delta b|$

9) Абсолютная погрешность

a)  $\Delta = |A - a|$

b)  $\Delta A = a$

c)  $\Delta = |B - a|$

d)  $a = |A + a|$

e)  $\Delta a = |A + b|$

10) Предельную абсолютную погрешность вводят если

a) число  $A$  не известно

b) число  $a$  не известно

c)  $\Delta$  не известно

d)  $A - a$  не известно

e) не известно  $B$

11) Предельная абсолютная погрешность

a)  $\Delta a$

b)  $\Delta b$

c)  $\Delta A$

d)  $A$

e)  $A$

## 7.2.2 Практическая работа №1 «Приближённое решение нелинейных уравнений».

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Задание2** 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).

.....

## Практическое работа №2 «Численное решение систем линейных уравнений».

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

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

**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 3.** Используя LU-разложение решить систему линейных уравнений.

**Задание 4.** Решить симметричную матрицу методом квадратных корней.

**Задание 5.** Решить систему линейных уравнений с трехдиагональной матрицей методом прогонки.

## 7.2.4 Практические работы №3-4 «Численное дифференцирование и интегрирование».

**Задание 1.** Используя данные таблицы 1, вычислить производную указанной функции в точке  $x$  (точка  $x$  не является узлом таблицы).

**Задание 2.** Используя данные таблицы 1, вычислить производную указанной функции в точке  $x$  (точка  $x$  – узел таблицы)

**Таблица 1.**

Вариант	Задание 1.		Задание 2.		
	Таблица №	$x$	Таблица №	$x$	Используемая формула
1	2	3.0	2 (взять 5 последних значений)	5,3	Лагранжа
2	3	3.5	3 (взять 4 последних значения)	6,7	Лагранжа
3	4	2.5	5	2,6	Ньютона
4	5	5.8	4	-3,2	Ньютона
5	2	3.1	3	2,3	Ньютона
6	3	3.9	2	2,1	Ньютона
7	4	3.3	4 (взять 5 первых)	-0,8	Лагранжа

			значений)		
8	5	6.0	5 (взять 4 первых значения)	3,8	Лагранжа
9	2	3.2	2 (взять 5 первых значений)	2,9	Лагранжа
10	3	5.3	4	1,6	Ньютона
11	4	3.9	3	3,4	Ньютона
12	5	7.2	5 (взять 4 первых значения)	5	Лагранжа
13	2	4.4	5	6,2	Ньютона
14	3	3.6	3 (взять 5 последних значений)	4,5	Лагранжа
15	4	2.2	4 (взять 5 последних значений)	4	Лагранжа
16	5	6.8	2	3,7	Ньютона
17	2	3.4	3	5,6	Ньютона
18	3	3.7	4 (взять 4 последних значения)	6,4	Лагранжа
19	4	1.8	5 (взять 5 первых значений)	7,4	Лагранжа
20	5	7.6	2	4,5	Ньютона

Таблица 2.

x	$f(x)=1/x \cdot \lg x + x^2$
1,3	1,7776
2,1	4,5634
2,9	8,5694
3,7	13,8436
4,5	20,3952
5,3	28,2267
6,1	37,3387

Таблица 3.

x	$f(x)=\ln 2,3x - 0,8/x$
1,2	0,3486
2,3	1,3180
3,4	1,8214
4,5	2,1592
5,6	2,4128
6,7	2,6156
7,8	2,7845

Таблица 4.

X	$f(x)=2,1 \cdot \sin 0,37x$
-3,2	-1,9449
-0,8	-0,6126
1,6	1,1718
4	2,0913
6,4	1,4673
8,8	-0,2397
11,2	-1,7698

Таблица 5.

x	$f(x)=1,7 \sqrt[3]{x} - \cos(0,4 - 0,7x)$
2,6	2,1874
3,8	3,2888
5	3,9061
6,2	3,8209
7,4	3,2452
8,6	2,6949
9,8	2,6535

**Задание 3.** Вычислить значения интеграла, используя квадратурные формулы:

- левых прямоугольников,
- правых прямоугольников,
- центральных прямоугольников,
- трапеции,
- Симпсона,
- Ньютона,
- Гаусса с двумя узлами.

Интеграл вычислить с точностью  $\varepsilon=10^{-6}$ . Точность вычисления интеграла определяется сравнением результатов при различном числе разбиений отрезка интегрирования. Именно, точность  $\varepsilon$  считается достигнутой, если

$$|S^N(f) - S^{2N}(f)| \leq \varepsilon,$$

здесь  $S^N$  - значение составной квадратурной формулы при разбиении отрезка на N частей.



$$\begin{array}{lllll}
1. \int_{0,8}^{1,6} \frac{dx}{\sqrt{2x^2+1}} & 2. \int_{1,2}^2 \frac{\lg(x+2)}{x} dx & 3. \int_{-0,5}^{1,3} \frac{x^2 dx}{\sqrt{x^2+1}} & 4. \int_{1,2}^{2,7} \frac{dx}{\sqrt{x^2+3,2}} & 5. \int_{1,6}^{2,4} (x+1) \sin x dx \\
6. \int_2^{3,2} \frac{x+2}{\sqrt{x^2+1}} dx & 7. \int_1^2 \frac{dx}{\sqrt{2x^2+1,3}} & 8. \int_{0,2}^1 \frac{tg(x^2)}{x^2+1} dx & 9. \int_{0,5}^{1,6} \frac{x^2+0,5}{\sqrt{x^2+1}} dx & 10. \int_{0,4}^{1,2} \frac{dx}{\sqrt{2+0,5x^2}} \\
11. \int_{0,8}^{1,2} \frac{\sin(2x)}{x^2} dx & 12. \int_{2,2}^{3,8} \frac{x+1}{\sqrt{x^2+2}} dx & 13. \int_{1,4}^{2,1} \frac{dx}{\sqrt{3x^2-1}} & 14. \int_{0,8}^{1,6} \frac{\lg(x^2+1)}{x} dx & 15. \int_{0,2}^{2,4} \frac{\sqrt{x^2+1}}{x+2} dx \\
16. \int_{1,2}^{2,4} \frac{dx}{\sqrt{0,5+x^2}} & 17. \int_{0,4}^{1,2} \frac{\cos x}{x+2} dx & 18. \int_1^{2,6} \frac{xdx}{\sqrt{x^2+3}} & 19. \int_{0,4}^{1,2} \frac{dx}{\sqrt{3+x^2}} & 20. \int_{0,4}^{1,2} (2x+0,5) \sin x dx
\end{array}$$

Формы текущего контроля	Критерии и нормы оценки
Тест	10 баллов – 90-100% заданий выполнено; 8-9 баллов – 80-89% заданий выполнено; 4-7 баллов – 40-79% заданий выполнено; 2-3 балла – 20% -39% заданий выполнено; 0 -1 балл – выполнено менее 20% заданий.
Отчет по практической работе	10 баллов – задание выполнено в полном объёме без замечаний 8-9 баллов – задание выполнено в полном объёме, присутствуют замечания по выполнению задания 4-7 баллов – задание выполнено не в полном объёме, присутствуют несущественные замечания 2-3 балла – задание выполнено не в полном объёме, присутствуют замечания по выполнению задания 0 баллов – задание не выполнено

### Темы письменных работ

Данный раздел не предусмотрен учебным планом.

### 7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

#### 7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Семестр \_\_\_\_\_ 3 \_\_\_\_\_

№ п/п	Вопросы к зачету
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 Холесского.
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	Численное дифференцирование. Простейшие формулы. Обусловленность формул численного дифференцирования.
33	Численное интегрирование. Простейшие квадратурные формулы.
34	Квадратурные формулы Ньютона-Котеса.
35	Квадратурные формулы Гаусса. Простейшие формулы интегрирования.
36	Простейшие формулы интегрирования. Формулы прямоугольника.
37	Простейшие формулы интегрирования. Формулы трапеции. Формулы парабол

	(Симпсона).
38	Простейшие формулы интегрирования. Оценка погрешности формул простейшего интегрирования.
39	Численное дифференцирование. Простейшие формулы.
40	Обусловленность формул численного дифференцирования.
41	Простейшие квадратурные формулы.
42	Оценка погрешности простейших квадратурных формул.
43	Квадратурные формулы интерполяционного типа.
44	Оценка погрешности и обусловленность простейших квадратурных формул интерполяционного типа
45	Решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Задача Коши.
46	Метод с использованием формулы Тейлора.
47	Метод Эйлера. Метод прогноза и коррекции.
48	Способ Рунге-Кутты построения одношаговых методов.
49	Методы Рунге-Кутты первого-четвертого порядка точности.
50	Экстраполяционный метод Адамса первого-четвертого точности.
51	Интерполяционный метод Адамса первого-четвертого точности.
52	Решение линейных граничных задач. Метод сеток.
53	Устойчивость конечно-разностной схемы решения краевой задачи.
54	Метод коллокации.
55	Решение интегральных уравнений. Интегральные уравнения Фредгольма.
56	Интегральные уравнения Вольтерра.

### 7.3.2. Критерии и нормы оценки

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
3	Зачет (по накопительному рейтингу)	«зачтено»	рейтинговый балл от 40-100
		«не зачтено»	рейтинговый балл менее 40

## 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
	<b>Кондаков Н.С.</b>	Основы численных методов [Электронный ресурс] : практикум / Н.С. Кондаков. — Электрон. текстовые данные. — М. : Московский гуманитарный университет, 2014. — 92 с. — ISBN 978-5-98079-981-6.	Практикум	2014.	ЭБС "IPRbooks"
	<b>Краюткина Е.В.</b>	Численные методы в научных расчетах [Электронный ресурс] : учебное пособие. Курс лекций / Е.В. Краюткина. — Электрон. текстовые данные. — Ставрополь: Северо- Кавказский федеральный университет, 2015. — 162 с. — ISBN 2227-8397.	Учебное пособие	2015	ЭБС "IPRbooks"
	<b>Шевченко Г.И.</b>	Численные методы [Электронный ресурс] : лабораторный практикум / Г.И. Шевченко, Т.А. Куликова. — Электрон. текстовые данные. — Ставрополь: Северо- Кавказский федеральный университет, 2016. — 107 с. — ISBN 2227-8397.	Практикум	2016	ЭБС "IPRbooks"
	<b>Зенков А.В.</b>	Численные методы [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.В. Зенков. — Электрон. текстовые данные. — Екатеринбург: Уральский федеральный университет, 2016. — 124 с. — ISBN 978-5- 7996-1781-3.	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
	<b>Пименов В.Г.</b>	Численные методы. Часть 2 [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Г. Пименов, А.Б. Ложников. — Электрон. текстовые данные. — Екатеринбург: Уральский федеральный университет, 2014. — 108 с. — ISBN 978-5-7996-1342-6.	Учебное пособие	2014.	ЭБС "IPRbooks"
	<b>Тарасов В.Н.</b>	Численные методы. Теория, алгоритмы программы [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Н. Тарасов, Н.Ф. Бахарева. — Электрон. текстовые данные. — Самара: Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2017. — 266 с. — ISBN 5-7410-0451-2.	Учебное пособие	2017	ЭБС "IPRbooks"
	<b>Плохотников К.Э.</b>	Методы разработки математических моделей и вычислительный эксперимент на базе пакета MATLAB [Электронный ресурс] : курс лекций / К.Э. Плохотников. — Электрон. текстовые данные. — М. : СОЛОН-ПРЕСС, 2017. — 628 с. — ISBN 978-5-91359-211-8.	Учебное пособие	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

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование ПО</b>	<b>Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)</b>
	MATLAB & Simulink	Договор 652/2014 от 07.07.2014 (бессрочный)
	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

<b>п/п</b>	<b>Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)</b>	<b>Перечень основного оборудования</b>
	Аудитория вебконференций. 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. (УЛК-807)	Экран телевизионный, ширмы, прожектор на штативе. стол преподавательский, стулья преподавательские., Транспарант-перетяжка, системный блок.
	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. (УЛК-407)	Компьютер (монитор Samsung Sync Master 943n 19" , системный блок Intel (R) Core 2 Quad 2,40 GHz 1 Gb), Столы лабораторные, стулья , доска 3-х секционная(меловая), стол преподавательский.
	Помещение для самостоятельной работы студентов (Г-401)	Столы ученические, стулья ученические, ПК с выходом в сеть Интернет