МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Кубанский государственный университет»
Факультет компьютерных технологий и прикладной математики




«28» мая 2021 г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# Б1.О.17 ПРАКТИКУМ ПО ЧИСЛЕННЫМ МЕТОДАМ

Направление подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль) Математическое и информационное обеспечение экономической деятельности;
Программирование и информационные технологии);
Математическое моделирование в естествознании и технологиях

Программа подготовки академическая

Форма обучения очная

Квалификация (степень) выпускника бакалавр

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 4E23D21DF7CC6DF6D9D04D6AEAE74F342DA725D9
Владелец: Хагуров Темыр Айтечевич
Действителен: с 13.05.2021 до 13.08.2022

Краснодар 2021

Рабочая программа дисциплины «Практикум по численным методам» составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика.

Программу составил: Письменский А.В.,
к.ф.-м.н., доцент кафедры прикладной математики

Рабочая программа дисциплины «Практикум по численным методам» утверждена на заседании кафедры прикладной математики
протокол № 10 от 20.05.2021 г.

Заведующий кафедрой (разработчика)
М.Х. Уртенов, д.ф.-м.н., профессор

Рабочая программа дисциплины «Практикум по численным методам» обсуждена на заседании кафедр(ы):
- прикладной математики, протокол № 10 от 20.05.2021 г.
Заведующий кафедрой (выпускающей)
М.Х. Уртенов, д.ф.-м.н., профессор

- информационных технологий, протокол № 15 от 20.05.2021 г.
Заведующий кафедрой (выпускающей)
В.В. Подколзин, к.ф.-м.н.

- математического моделирования, протокол № 10 от 21.05.2021 г.
Заведующий кафедрой (выпускающей)
акад. РАН, д.ф.-м.н., профессор В.А. Бабешко

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета компьютерных технологий и прикладной математики
протокол № 1 от 21.05.2021 г.

Председатель УМК факультета компьютерных технологий и прикладной математики УМК факультета Коваленко А.В, к.э.н., доцент

Рецензенты:

Шапошникова Татьяна Леонидовна.
Доктор педагогических наук, кандидат физико-математических наук, профессор. Почетный работник высшего профессионального образования РФ. Директор института фундаментальных наук (ИФН) ФГБОУ ВО «КубГТУ».

Марков Виталий Николаевич.
Доктор технических наук. Профессор кафедры информационных систем и программирования института компьютерных систем и информационной безопасности (ИКСиИБ) ФГБОУ ВО «КубГТУ».

## 1 Цели и задачи учебной дисциплины

### 1.1 Цель дисциплины

Цели изучения дисциплины определены государственным образовательным стандартом высшего образования и соотнесены с общими целями ООП ВО по направлению подготовки «Прикладная математика и информатика», в рамках которой преподается дисциплина.

**Целью** освоения учебной дисциплины «Практикум по численным методам» является приобретение студентами практических навыков в области современных численных методов алгебры, математического анализа, обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных, а также знаний о способах их применения в вычислительном эксперименте для обработки и интерпретации данных современных научных исследований.

### 1.2 Задачи дисциплины

- актуализация и развитие знаний в области программирования численных методов;
- овладение математической и алгоритмической составляющей численных методов, применяемых при решении научно-технических задач;
- формирование устойчивых навыков применения компьютерных технологий для реализации численных методов, научном анализе ситуаций, возникающих в ходе создания новой техники и новых технологий;
- умение отбирать наиболее эффективные численные методы решения конкретной задачи, учитывая такие факторы, как: алгоритмическую простоту метода, точность вычислений, быстроту сходимости, наличие дополнительных условий для применения метода, устойчивость метода;
- умение интерпретировать результаты расчетов, полученных численными методами.

### 1.3 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Практикум по численным методам» относится к обязательной части (Б1.О) учебного плана.

Для изучения данной учебной дисциплины (модуля) студент должен владеть обязательным минимумом содержания основной образовательной программы по математике для данного направления:

**знать/понимать**

- основные понятия и методы математического анализа, аналитической геометрии, линейной алгебры, дифференциальных уравнений, принципы алгоритмизации и программирования;

**уметь**

- применять математические методы для решения практических задач;
- составлять алгоритмы и компьютерные программы;

**владеть**

- методами решения дифференциальных и алгебраических уравнений, дифференциального и интегрального исчисления, аналитической геометрии, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов;
- инструментальными средствами программирования.

Вышеуказанные знания, умения и навыки формируются предшествующими дисциплинами:

- Алгебра и аналитическая геометрия.
- Математический анализ.
- Математическая логика и дискретная математика.

- Дифференциальные уравнения.
- Языки программирования и методы трансляции.

Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной:

- Программирование на Java.
- Программирование в СВП Delphi.
- Вариационное исчисление и ОУ.
- Нечеткие и нейросетевые технологии.

### 1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

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

**Знать** ИОПК-2.1 (40.001 А/02.5 Зн.1) Цели и задачи проводимых исследований и разработок, методы адаптации существующих математических методов и систем программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач на основе численных методов.

ИОПК-2.2 (40.001 А/02.5 Зн.2) Отечественный и международный опыт в соответствующей области исследований, методы адаптации существующих математических методов и систем программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач на основе численных методов.

ИОПК-2.3 (40.001 А/02.5 Зн.4) Методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки информации, методы использования и адаптации существующих математических методов и систем программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач на основе численных методов.

**Уметь** ИОПК-2.6 (40.001 А/02.5 У.3) Применять методы проведения экспериментов, использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач на основе численных методов.

**Владеть** ИОПК-2.9 (40.001 А/02.5 Тд.1) Проведение экспериментов с использованием и адаптацией существующих численных методов в соответствии с установленными полномочиями.

ИОПК-2.10 (40.001 А/02.5 Тд.2) Проведение наблюдений и измерений, составление их описаний и формулировка выводов с использованием и адаптацией существующих математических методов и систем программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач на основе численных методов.

ИОПК-2.11 (40.001 А/02.5 Др.2 Тд.) Деятельность, направленная на решение задач аналитического характера, предполагающих выбор и многообразие актуальных способов решения задач, использование и адаптирование существующих математических методов и систем программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач на основе численных методов.

**ПК-3 Способен ориентироваться в современных алгоритмах компьютерной**

**математики; обладать способностями к эффективному применению и реализации математически сложных алгоритмов**

**Знать** ИПК-3.1 (06.001 D/03.06 Зн.3) Методы и средства проектирования программного обеспечения при реализации математически сложных алгоритмов на основе численных методов.

ИПК-3.2 (06.015 B/16.5 Зн.8) Современный отечественный и зарубежный опыт в разработке алгоритмов компьютерной математики.

ИПК-3.3 (40.001 A/02.5 Зн.2) Отечественный и международный опыт в разработке современных алгоритмов компьютерной математики.

**Владеть** ИПК-3.8 (40.001 A/02.5 Тд.1) Проведение экспериментов по оценке эффективности реализации математически сложных алгоритмов.

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

## 2 Структура и содержание дисциплины

### 2.1 Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач.ед. (144 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице

| Вид учебной работы | | Всего часов | Семестры (часы) | |
|---|---|---|---|---|
| | | | 5 | 6 |
| **Контактная работа, в том числе:** | | **72,4** | **38,2** | **34,2** |
| **Аудиторные занятия:** | | **66** | **34** | **32** |
| Занятия лекционного типа (Л) | | – | – | – |
| Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия) (ПЗ) | | – | – | – |
| Лабораторные работы (ЛР) | | 66 | 34 | 32 |
| **Иная контактная работа:** | | **6,4** | **4,2** | **2,2** |
| Контроль самостоятельной работы (КСР) | | 6 | 4 | 2 |
| Промежуточная аттестация (ИКР) | | 0,4 | 0,2 | 0,2 |
| **Самостоятельная работа, в том числе:** | | **71,6** | **33,8** | **37,8** |
| Курсовой проект (КП), курсовая работа (КР) | | – | – | – |
| Проработка учебного (теоретического) материала (ПМ) | | 37 | 17 | 20 |
| Подготовка к текущему контролю (ПТК) | | 34,6 | 16,8 | 17,8 |
| Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций) | | – | – | – |
| Реферат (Р) | | – | – | – |
| **Контроль:** подготовка к зачету | | – | – | – |
| **Общая трудоемкость** | **час.** | **144** | **72** | **72** |
| | **в том числе контактная работа** | **72,4** | **38,2** | **34,2** |
| | **зач. ед.** | **4** | **2** | **2** |

### 2.2 Структура учебной дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.
Разделы дисциплины, изучаемые в **5 семестре**

| № раздела | Наименование разделов | Количество часов | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Всего | Аудиторная работа | | | Внеаудиторная работа |
| | | | Л | ПЗ | ЛР | СРС |
| 1. | Правила приближённых вычислений погрешностей при вычислениях | 4 | - | - | 2 | 2 |
| 2. | Приближение функций | 14,8 | - | - | 8 | 6,8 |
| 3. | Численное решение систем линейных алгебраических уравнений | 17 | - | - | 8 | 9 |
| 4. | Численное решение систем нелинейных уравнений | 14 | - | - | 8 | 6 |
| 5. | Численное дифференцирование | 6 | - | - | 2 | 4 |
| 6. | Численное интегрирование | 10 | - | - | 4 | 6 |
| | Обзор пройденного материала. Выставление зачетов | 2 | - | - | 2 | 0 |
| | ***Итого по разделам дисциплины*** | ***67,8*** | ***0*** | ***0*** | ***34*** | ***33,8*** |
| Контроль самостоятельной работы (КСР) | | 4 | | | | |
| Промежуточная аттестация (ИКР) | | 0,2 | | | | |
| Подготовка к текущему контролю | | | | | | |
| **Общая трудоемкость по дисциплине** | | **72** | | | | |

Разделы дисциплины, изучаемые в **6 семестре**

| № раздела | Наименование разделов | Количество часов | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Всего | Аудиторная работа | | | Внеаудиторная работа |
| | | | Л | ПЗ | ЛР | СРС |
| 7. | Алгебраические проблемы собственных значений | 20 | - | - | 10 | 10 |
| 8. | Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений | 15 | - | - | 6 | 9 |
| 9. | Краевые задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений | 15 | - | - | 6 | 9 |
| 10. | Численное решение уравнений с частными производными | 17,8 | - | - | 8 | 9,8 |
| | Обзор пройденного материала. Выставление зачетов | 2 | - | - | 2 | 0 |
| | ***Итого за семестр:*** | ***69,8*** | ***0*** | ***0*** | ***32*** | ***37,8*** |
| | **Итого по дисциплине:** | **137,6** | **0** | **0** | **66** | **71,6** |
| Контроль самостоятельной работы (КСР) | | 2 | | | | |
| Промежуточная аттестация (ИКР) | | 0,2 | | | | |
| Подготовка к текущему контролю | | | | | | |
| **Общая трудоемкость по дисциплине** | | **72** | | | | |

### 2.3 Содержание разделов дисциплины

| № | Наименование раздела | Содержание раздела | Форма текущего контроля |
|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| **5 семестр** | | | |

| № | Наименование раздела | Содержание раздела | Форма текущего контроля |
|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1. | Правила приближённых вычислений погрешностей при вычислениях | Приближённые числа, их абсолютные и относительные погрешности. Сложение и вычитание приближённых чисел. Умножение и деление приближённых чисел. Погрешности вычисления значений функции. Определение допустимой погрешности аргументов по допустимой погрешности функции | ЛР/Р/Т |
| 2. | Приближение функций | Аппроксимация сеточных функций. Интерполирование. Интерполяционные многочлены Лагранжа и Ньютона. Схема Эйткена. Метод наименьших квадратов. Сплайн-интерполяция | ЛР/Р/Т |
| 3. | Численное решение систем линейных алгебраических уравнений | Основные понятия. Метод Гаусса. Схема Гаусса с выбором главного элемента. Компактная схема Гаусса. Вычисление определителей. Вычисление элементов обратной матрицы методом Гаусса. LU-разложение и его применение для решения СЛАУ, вычисления определителей и обращения матриц. Метод вращений. Метод отражений. Численное решение СЛАУ итерационными методами. Метод простой итерации. Методы Якоби и Зейделя. | ЛР/Р/Т |
| 4. | Численное решение систем нелинейных уравнений | Численное решение нелинейных уравнений. Методы дихотомии, хорд, секущих. Численное решение систем нелинейных уравнений. Метод простой итерации для системы двух уравнений. Метод Ньютона и его модификации. Нелинейные методы Якоби и Зейделя. Гибридные методы. | ЛР/Р/Т |
| 5. | Численное дифференцирование | Формула численного дифференцирования. Погрешности, возникающие при численном дифференцировании. Выбор оптимального шага численного дифференцирования | ЛР/Р/Т |
| 6. | Численное интегрирование | Квадратурные формулы с равноотстоящими узлами. Формула трапеций, формула Симпсона, формула Ньютона. Выбор шага интегрирования. Апостериорная оценка погрешности Рунге. Квадратурные формулы интерполяционного типа. Квадратурные формулы Гаусса. Интегралы от разрывных функций. Интегралы с бесконечными пределами | ЛР/Р/Т |
| | Обзор пройденного материала. Выставление зачетов | Обзор пройденного материала. Представление студентами рефератов (с презентацией). Выставление зачетов | Р, Т |

| № | Наименование раздела | Содержание раздела | Форма текущего контроля |
|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| **6 семестр** | | | |
| 7. | Алгебраические проблемы собственных значений | Степенной метод. Обратные итерации. Метод вращений Якоби решения симметричной полной проблемы собственных значений. LU-алгоритм для несимметричных задач. QR-алгоритм | ЛР/Р |
| 8. | Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений | Задача Коши. Интегрирование дифференциальных уравнений с помощью рядов. Метод последовательных приближений. Метод Эйлера и его модификации. Метод Рунге-Кутта. Разностные методы. Метод Адамса. | ЛР/Р |
| 9. | Краевые задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений | Постановка задачи. Вычислительные сетки и конечные разности. Метод конечных разностей для линейных дифференциальных уравнений второго порядка. Метод прогонки. Метод Галёркина. Метод коллокации | ЛР/Р |
| 10 | Численное решение уравнений с частными производными | Метод сеток. Метод сеток для задачи Дирихле. Итерационный метод решения системы конечно-разностных уравнений. Решение краевых задач для криволинейных областей. Метод сеток для уравнения параболического типа. Метод прогонки для уравнения теплопроводности. Метод сеток для уравнения гиперболического типа. Метод сеток для уравнений эллиптического типа. Принцип максимума. | ЛР/Р |
| | Обзор пройденного материала. Выставление зачетов | Обзор пройденного материала. Представление студентами рефератов (с презентацией). Выставление зачетов | Р |

*Примечание: ЛР – отчет/защита лабораторной работы, КП – выполнение курсового проекта, КР – курсовой работы, РГЗ – расчетно-графического задания, Р – написание реферата, Э – эссе, К – коллоквиум, Т – тестирование, РЗ – решение задач.*

### 2.3.1 Занятия лекционного типа

Лекционные занятия не предусмотрены учебным планом.

### 2.3.2 Семинарские занятия

Семинарские занятия не предусмотрены учебным планом.

### 2.3.3 Лабораторные занятия

| № | Наименование раздела | Содержание раздела (номера и наименования лабораторных работ) | Форма текущего контроля |
|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| **5 семестр** | | | |

| № | Наименование раздела | Содержание раздела (номера и наименования лабораторных работ) | Форма текущего контроля |
|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1. | Правила приближённых вычислений погрешностей при вычислениях | 1. Правила приближённых вычислений и оценка погрешностей при вычислениях. | ЛР/Р/Т |
| 2. | Приближение функций | 2. Интерполяционный многочлен Лагранжа.<br>3. Интерполяционный многочлен Ньютона. Схема Эйткена.<br>4. Метод наименьших квадратов.<br>5. Сплайн-интерполяция. | ЛР/Р/Т |
| 3. | Численное решение систем линейных алгебраических уравнений | 6. Решение СЛАУ методом Гаусса. Модификации метода Гаусса.<br>7. LU-разложение. Решение СЛАУ с помощью LU-разложения.<br>8. Вычисление определителей и обращение матриц.<br>9. Численное решение СЛАУ итерационными методами. Метод простой итерации. Методы Якоби и Зейделя. | ЛР/Р/Т |
| 4. | Численное решение систем нелинейных уравнений | 10. Численное решение нелинейных уравнений. Методы дихотомии, хорд, секущих.<br>11. Численное решение систем нелинейных уравнений. Метод простой итерации для системы двух уравнений.<br>12. Метод Ньютона и его модификации.<br>13. Нелинейные методы Якоби и Зейделя. Гибридные методы. | ЛР/Р/Т |
| 5. | Численное дифференцирование | 14. Численное дифференцирование. Основные формулы. Выбор оптимального шага численного дифференцирования. | ЛР/Р/Т |
| 6. | Численное интегрирование | 15. Численное интегрирование. Квадратурные формулы с равноотстоящими узлами.<br>16. Выбор шага интегрирования. Апостериорная оценка погрешности Рунге | ЛР/Р/Т |
| | Обзор пройденного материала. Выставление зачетов | 17. Обзор пройденного материала. Представление студентами рефератов (с презентацией). Выставление зачетов | Р, Т |
| **6 семестр** | | | |
| 7. | Алгебраические проблемы собственных значений | 1. Степенной метод нахождения собственных чисел и векторов.<br>2. Метод обратных итераций и его модификации.<br>3. Метод вращений Якоби решения симметричной полной проблемы собственных значений.<br>4. LU-алгоритм для несимметричных задач.<br>5. QR-алгоритм. | ЛР/Р |

| № | Наименование раздела | Содержание раздела (номера и наименования лабораторных работ) | Форма текущего контроля |
|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 8. | Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений | 6. Решение задачи Коши для ОДУ. Метод Эйлера и его модификации.<br>7. Методы Рунге-Кутта. Разностные методы Адамса.<br>8. Решение задачи Коши для системы ОДУ. | ЛР/Р |
| 9. | Краевые задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений | 9. Решение краевых задач для ОДУ. Метод конечных разностей. Методы повышенных порядков точности.<br>10. Метод прогонки решения краевых задач для ОДУ.<br>11. Метод установления решения краевых задач для ОДУ. Метод Галёркина. | ЛР/Р |
| 10 | Численное решение уравнений с частными производными | 12. Вычислительные сетки и конечные разности. Метод сеток для задачи Дирихле.<br>13. Метод прогонки для уравнения теплопроводности.<br>14. Метод сеток для уравнений параболического типа.<br>15. Метод сеток для уравнений гиперболического и эллиптического типа. | ЛР/Р |
| | Обзор пройденного материала. Выставление зачетов | 16. Обзор пройденного материала. Представление студентами рефератов (с презентацией). Выставление зачетов | Р |

*Примечание: ЛР – отчет/защита лабораторной работы, КП – выполнение курсового проекта, КР – курсовой работы, РГЗ – расчетно-графического задания, Р – написание реферата, Э – эссе, К – коллоквиум, Т – тестирование, РЗ – решение задач.*

### 2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы не предусмотрены учебным планом.

## 2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающегося по дисциплине

Целью самостоятельной работы студента является углубление знаний, полученных в результате аудиторных занятий. Вырабатываются навыки самостоятельной работы. Закрепляются опыт и знания, полученные во время лабораторных занятий. Ниже представлен перечень учебно-методических материалов, которые помогают обучающемуся организовать самостоятельное изучение тем (вопросов) дисциплины по всем видам СРС.

| № | Вид самостоятельной работы | Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |

| № | Вид самостоятельной работы | Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 1 | Проработка и повторение лекционного материала, материала учебной и научной литературы, подготовка к семинарским занятиям | Методические указания для подготовки к лекционным и семинарским занятиям, утвержденные на заседании кафедры прикладной математики факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №7 от 18.04.2018 г.<br>Методические указания по выполнению самостоятельной работы, утвержденные на заседании кафедры прикладной математики факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №7 от 18.04.2018 г. |
| 2 | Подготовка к лабораторным занятиям | Методические указания по выполнению лабораторных работ, утвержденные на заседании кафедры прикладной математики факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №7 от 18.04.2018 г. |
| 3 | Подготовка к решению задач и тестов | Методические указания по выполнению самостоятельной работы, утвержденные на заседании кафедры прикладной математики факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №7 от 18.04.2018 г. |
| 4 | Подготовка докладов | Методические указания для подготовки эссе, рефератов, курсовых работ, утвержденные на заседании кафедры прикладной математики факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №7 от 18.04.2018 г. |
| 6 | Подготовка к текущему контролю | Методические указания по выполнению самостоятельной работы, утвержденные на заседании кафедры прикладной математики факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №7 от 18.04.2018 г. |

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в печатной форме увеличенным шрифтом,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Данный перечень может быть расширен и конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

## 3 Образовательные технологии

Лекционные материалы реализуются с применением электронных презентаций. При реализации учебной работы по дисциплине «Практикум по численным методам» используются следующие образовательные технологии:

- интерактивная подача материала с мультимедийной системой;
- разбор конкретных исследовательских задач.

Объем интерактивных занятий – 10% от объема аудиторных занятий

| Семестр | Вид занятия (Л, ПР, ЛР) | Используемые интерактивные образовательные технологии | Количество часов |
|---|---|---|---|
| 5 | *ЛР* | Компьютерные занятия в режимах взаимодействия «преподаватель-студент». Интерактивная подача материала с мультимедийной системой. Обсуждение сложных и дискуссионных вопросов. | *4* |
| 6 | *ЛР* | Компьютерные занятия в режимах взаимодействия «преподаватель-студент». Интерактивная подача материала с мультимедийной системой. Обсуждение сложных и дискуссионных вопросов. | *4* |
| *ИТОГО* | | | *8* |

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

## 4 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

### 4.1 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Практикум по численным методам».

Фонд оценочных средств дисциплины состоит из средств текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины (зачета).

В качестве оценочных средств, используемых для **текущего контроля** успеваемости, предлагается перечень вопросов по выполненным лабораторным работам, которые выполняются студентами индивидуально в процессе освоения курса. Студент демонстрирует свое решение преподавателю, отвечает на дополнительные вопросы. Также предусмотрен текущий контроль в форме реферата (с электронной презентацией). Однако студент может «закрыть» рефератом только одну из тем.

Оценочные средства также включают контрольные материалы для проведения **промежуточной аттестации** в форме вопросов к зачету и тестовых заданий. Их перечень охватывает все основные разделы курса, включая знания, получаемые во время самостоятельной работы.

### 4.2 Примерные задания для защиты лабораторных работ

***Задания к ЛР раздела № 2 – Приближение функций (ЛР №№ 2-5)***

| *x* | *y* | *№ варианта* | *x** | *x* | *y* | *№ варианта* | *x** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0,2050 | 0,207921 | 1 | 0,2064 | 0,8902 | 1,23510 | 2 | 0,8942 |
| 0,2052 | 0,208130 | 5 | 0,2073 | 0,8909 | 1,23687 | 6 | 0,8973 |
| 0,2060 | 0,208964 | 9 | 0,2082 | 0,8919 | 1,23941 | 10 | 0,8958 |
| 0,2065 | 0,209486 | 13 | 0,2079 | 0,8940 | 1,24475 | 14 | 0,8948 |
| 0,2069 | 0,209904 | 17 | 0,2088 | 0,8944 | 1,24577 | 18 | 0,8934 |
| 0,2075 | 0,210530 | | | 0,8955 | 1,24858 | | |
| 0,2085 | 0,211575 | | | 0,8965 | 1,25114 | | |
| 0,2090 | 0,212097 | | | 0,8975 | 1,25371 | | |
| 0,2096 | 0,212724 | | | 0,9010 | 1,26275 | | |
| 0,2100 | 0,213142 | | | 0,9026 | 1,26691 | | |
| *x* | *y* | *№ варианта* | *x** | *x* | *y* | *№ варианта* | *x** |
| 0,6100 | 1,83781 | 3 | 0,6120 | 0,5400 | 1,66825 | 4 | 0,5415 |
| 0,6104 | 1,83686 | 7 | 0,6124 | 0,5405 | 1,66636 | 8 | 0,5424 |
| 0,6118 | 1,83354 | 11 | 0,6142 | 0,5410 | 1,66448 | 12 | 0,5436 |
| 0,6139 | 1,82860 | 15 | 0,6163 | 0,5420 | 1,66071 | 16 | 0,5442 |
| 0,6145 | 1,82720 | 19 | 0,6182 | 0,5429 | 1,65734 | 20 | 0,5451 |
| 0,6158 | 1,82416 | | | 0,5440 | 1,65322 | | |
| 0,6167 | 1,82207 | | | 0,5449 | 1,64987 | | |
| 0,6185 | 1,81791 | | | 0,5455 | 1,64764 | | |
| 0,6200 | 1,81446 | | | 0,5465 | 1,64393 | | |
| 0,6225 | 1,80876 | | | 0,5473 | 1,64097 | | |

***Задания к ЛР раздела № 3 – Численное решение СЛАУ (ЛР №№ 6-10)***

**Вариант 1**

$$\begin{aligned} 2x_1 + 5x_2 - 3x_3 + x_4 &= 11 \\ x_1 + 4x_2 - 5x + 8x &= 20 \\ 3x_1 - 2x_2 + 4x_3 - 7x_4 &= -11 \\ 7x_1 + 2x_2 - 3x_3 + x_4 &= 10 \end{aligned}$$

***Ответ (1; 2; 1; 2)***

**Вариант 2**

$$\begin{aligned} x_1 + 4x_2 + 8x_3 - 5x_4 &= 1 \\ 4x_1 + 2x_2 - 3x_3 - x_4 &= 2 \\ 5x_1 + 8x_2 + x_3 - 3x_4 &= 0 \\ 2x_1 - x_2 - 3x_3 - 4x_4 &= -2 \end{aligned}$$

***Ответ (2; -1; 1; 1)***

**Вариант 3**

$$\begin{aligned} x_1 + 4x_2 - 9x_3 + 7x_4 &= -11 \\ 2x_1 + x_2 + 7x_3 - 5x_4 &= 20 \\ 3x_1 + 8x_2 + 3x_3 + x_4 &= 29 \\ -x_1 + x_2 + 2x_3 + 3x_4 &= 10 \end{aligned}$$

***Ответ (1; 2; 3; 1)***

**Вариант 4**

$$\begin{aligned} x_1 - 5x_2 + 6x_3 + 2x_4 &= 22 \\ -3x_1 - x_2 + 5x_3 - x_4 &= 6 \\ 4x_1 + 9x_2 + x_3 + x_4 &= -1 \\ -2x_1 + 3x_2 + 5x_3 - 3x_4 &= -1 \end{aligned}$$

***Ответ (1; -1; 2; 2)***

**Вариант 5**

$$\begin{aligned} x_1 + 8x_2 - 7x_3 + 3x_4 &= 1 \\ 2x_1 + 3x_2 + x_3 + 2x_4 &= 8 \\ -x_1 + 4x_2 + 2x_3 - 6x_4 &= 9 \\ 11x_1 - 5x_2 - 3x_3 - 7x_4 &= 32 \end{aligned}$$

***Ответ (3; 1; 1; -1)***

**Вариант 6**

$$\begin{aligned} x_1 + 3x_2 - 5x_3 + 7x_4 &= 16 \\ 2x_1 + 4x_2 - 3x_3 + x_4 &= -4 \\ 5x_1 + 8x_2 - 9x_3 + 3x_4 &= -9 \\ 3x_1 + 14x_2 - 10x_3 + 5x_4 &= -11 \end{aligned}$$

***Ответ (1; -1; 2; 4)***

**Вариант 7**

$$\begin{aligned} 7x_1 - 3x_2 + 12x_3 - x_4 &= 20 \\ 3x_1 + 5x_2 - 6x_3 + 2x_4 &= 11 \\ 2x_1 + x_2 + 5x_3 + 3x_4 &= 19 \\ -5x_1 + 9x_2 + x_3 - 11x_4 &= -33 \end{aligned}$$

***Ответ (2; 1; 1; 3)***

**Вариант 8**

$$\begin{aligned} 5x_1 + 4x_2 - 8x_3 + x_4 &= -17 \\ 2x_1 + 7x_2 + 3x_3 + 4x_4 &= -7 \\ -3x_1 + 2x_2 - 74x_3 - 5x_4 &= -9 \\ x_1 + x_3 + 2x_4 &= -1 \end{aligned}$$

***Ответ (1; -1; 2; -2)***

**Вариант 9**

$$\begin{aligned} 2x_1 + 3x_2 - 5x_3 &= 8 \\ 3x_1 - x_2 + 2x_3 + 5x_4 &= 10 \\ -4x_1 + 5x_2 + 3x_3 + x_4 &= 11 \\ 2x_1 - 7x_2 + 4x_3 + 2x_4 &= -11 \end{aligned}$$

***Ответ (2; 3; 1; 1)***

**Вариант 10**

$$\begin{aligned} 5x_1 + 8x_2 - 9x_3 + x_4 &= 2 \\ -7x_1 + 11x_2 - 3x_3 + 7x_4 &= 41 \\ 2x_1 + 4x_2 + x_3 - 9x_4 &= 3 \\ 3x_1 + 8x_2 + 4x_3 + 3x_4 &= 32 \end{aligned}$$

***Ответ (-1; 3; 2; 1)***

**Вариант 11**

$$\begin{aligned} 5x_1 + x_2 + 2x_3 + x_4 &= 2 \\ 7x_1 + 3x_2 - 5x_3 + 2x_4 &= -10 \\ 3x_1 + 4x_2 + 7x_3 + x_4 &= 17 \\ 2x_1 - 6x_2 + 2x_3 + 11x_4 &= -2 \end{aligned}$$

***Ответ (-1; 1; 2; 2)***

**Вариант 12**

$$\begin{aligned} 3x_1 + 9x_2 - 5x_3 + x_4 &= 0 \\ 2x_1 + 4x_2 + 3x_3 - 7x_4 &= -7 \\ x_1 + x_3 &= 5 \\ -x_1 + 2x_2 + x_3 + 8x_4 &= 11 \end{aligned}$$

***Ответ (4; -1; 1; 2)***

**Вариант 13**

$$\begin{aligned} x_1 + 2x_2 + 3x_3 + 5x_4 &= 8 \\ 7x_1 - 5x_2 - 4x_3 - x_4 &= 7 \\ 3x_1 + 4x_2 + x_3 + 9x_4 &= 22 \\ 7x_1 + x_2 + 8x_3 + 3x_4 &= 11 \end{aligned}$$

***Ответ (2; 2; -1; 1)***

**Вариант 14**

$$\begin{aligned} 2x_1 + x_2 + 7x_3 + 4x_4 &= 7 \\ x_1 + 9x_2 + 3x_3 - 5x_4 &= 31 \\ x_1 - x_2 + 5x_3 &= -6 \\ 4x_1 + 7x_2 + 2x_3 + x_4 &= 39 \end{aligned}$$

***Ответ (3; 4; -1; 1)***

**Вариант 15**

$$\begin{aligned} 3x_1 + 4x_2 - 5x_3 - 7x_4 &= -5 \\ 2x_1 + 7x_2 - 9x_3 + 4x_4 &= 4 \\ 13x_1 - 7x_2 + 5x_3 - 4x_4 &= 7 \\ 2x_1 + 3x_2 + 6x_3 - x_4 &= 10 \end{aligned}$$

***Ответ (1; 1; 1; 1)***

**Вариант 16**

$$\begin{aligned} x_1 + 2x_2 + x_4 &= 2 \\ 2x_1 + 3x_2 - 5x_3 + x_4 &= -12 \\ 3x_1 - 7x_2 + 6x_3 - 3x_4 &= 4 \\ 2x_1 + 4x_2 - 9x_3 + 6x_4 &= -27 \end{aligned}$$

***Ответ (-1; 2; 3; -1)***

***Задания к ЛР раздела № 8 – Численное решение ОДУ (ЛР №№ 25-28)***

| № варианта | Уравнение | Начальное приближение $y^0$ | Отрезок интегрирования |
|---|---|---|---|
| 1 | $y' = x + \cos\frac{y}{\sqrt{5}}$ | $y^0(1,8)=2,6$ | [1,8;2,8] |
| 2 | $y' = x + \cos\frac{y}{3}$ | $y^0(1,6)=4,6$ | [1,6;2,6] |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 3 | $y' = x + \cos\frac{y}{\sqrt{10}}$ | $y^0(0,6)=0,8$ | [0,6;1,6] |
| 4 | $y' = x + \cos\frac{y}{\pi}$ | $y^0(0,5)=0,6$ | [0,5;1,5] |
| 5 | $y' = x + \cos\frac{y}{2,25}$ | $y^0(1,7)=5,3$ | [1,7;2,7] |
| 6 | $y' = x + \cos\frac{y}{e}$ | $y^0(1,4)=2,2$ | [1,4;2,4] |
| 7 | $y' = x + \cos\frac{y}{\sqrt{2}}$ | $y^0(1,4)=2,5$ | [1,4;2,4] |
| 8 | $y' = x + \cos\frac{y}{\sqrt{5}}$ | $y^0(0,8)=1,4$ | [0,8;2,8] |
| 9 | $y' = x + \cos\frac{y}{\sqrt{8}}$ | $y^0(1,2)=2,1$ | [1,2;2,2] |
| 10 | $y' = x + \cos\frac{y}{\sqrt{11}}$ | $y^0(2,1)=2,5$ | [2,1;3,1] |
| 11 | $y' = x + \sin\frac{y}{\sqrt{5}}$ | $y^0(1,8)=2,6$ | [1,8;2,8] |
| 12 | $y' = x + \sin\frac{y}{3}$ | $y^0(1,6)=4,6$ | [1,6;2,6] |
| 13 | $y' = x + \sin\frac{y}{\sqrt{10}}$ | $y^0(0,6)=0,8$ | [0,6;1,6] |
| 14 | $y' = x + \sin\frac{y}{\sqrt{7}}$ | $y^0(0,5)=0,6$ | [0,5;1,5] |
| 15 | $y' = x + \sin\frac{y}{\pi}$ | $y^0(1,7)=5,3$ | [1,7;2,7] |
| 16 | $y' = x + \sin\frac{y}{\sqrt{2,8}}$ | $y^0(1,4)=2,2$ | [1,4;2,4] |
| 17 | $y' = x + \sin\frac{y}{\sqrt{e}}$ | $y^0(0,8)=1,3$ | [0,8;2,8] |
| 18 | $y' = x + \sin\frac{y}{\sqrt{1,25}}$ | $y^0(1,1)=1,5$ | [1,1;2,1] |
| 19 | $y' = x + \sin\frac{y}{1,5}$ | $y^0(0,6)=1,2$ | [0,6;1,6] |
| 20 | $y' = x + \sin\frac{y}{15}$ | $y^0(0,5)=1,8$ | [1,8;2,8] |

### 4.3 Примерные задания для тестирования учащихся

При отсутствии к последнему занятию в 1-м полугодии *более одной* незащищенной лабораторной работы контроль знаний студентов осуществляется путем компьютерного тестирования, либо устного опроса (по выбору студента). В 1-м случае выдаваемый каждому студенту индивидуальный тест включает порядка 20 заданий и генерируется с помощью специальной программы. Время проведения тестирования составляет, как правило, 60 мин. Ниже приведены примеры демо-версий тестов.

**Бланк заданий**

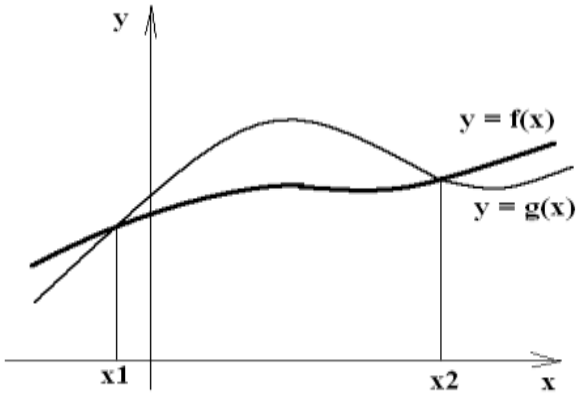
1. Какое требование является обязательным при построении интерполяционного многочлена Лагранжа:
   A) узлы интерполяции располагаются на равном расстоянии друг от друга;
   B) крайние узлы интерполяции совпадают с концами отрезка интерполирования;
   C) количество точек интерполяции равно степени интерполяционного многочлена;
   D) интерполяционный многочлен в узлах интерполяции принимает значения интерполируемой функции.

2. Пусть точное значение $A = 500$, а приближенное $a = 500{,}50$.
   Относительная погрешность приближенного числа $a$ равна:
   A) 0,001 B) 0,01 C) 0,1 D) 0,5

3. Пусть дана система линейный алгебраических уравнений, у которой существует единственное решение. При использовании метода простой итерации для её решения в промежуточных вычислениях допущена ошибка. Тогда приближенное решение системы:
   A) найти невозможно;
   B) найти можно только если задано достаточно близкое к точному решению начальное приближение;
   C) найти можно только в случае, когда в матрице системы нет нулевых элементов;
   D) найти можно.

4. Какое из условий не является обязательным в определении интерполяционного кубического сплайна?
   A) первая производная на каждом частичном отрезке является полиномом степени не выше второй;
   B) вторая производная непрерывна на всем отрезке;
   C) третья производная непрерывна в точках «склейки»;
   D) значения сплайна заданы в нескольких точках.

5. Какое из следующих утверждений верно:




   A) функция $y = g'(x)$ приближает функцию $y = f'(x)$ в точке $x_1$ лучше, чем в точке $x_2$;
   B) функция $y = g'(x)$ приближает функцию $y = f'(x)$ в точке $x_1$ так же хорошо, как и в точке $x_2$;
   C) функция $y = g'(x)$ приближает функцию $y = f'(x)$ в точке $x_1$ хуже, чем в точке $x_2$ .

6. Пусть $A$ – точное значение некоторой величины. Абсолютной погрешностью

приближённого числа $a$ называется:

A) наименьшее доступное число $\Delta\, a$ , не превосходящее $|A - a|$;

B) наименьшее доступное число $\Delta\, a$ , не меньшее $|A - a|$;

C) наибольшее доступное число $\Delta\, a$ , не меньшее $|A - a|$;

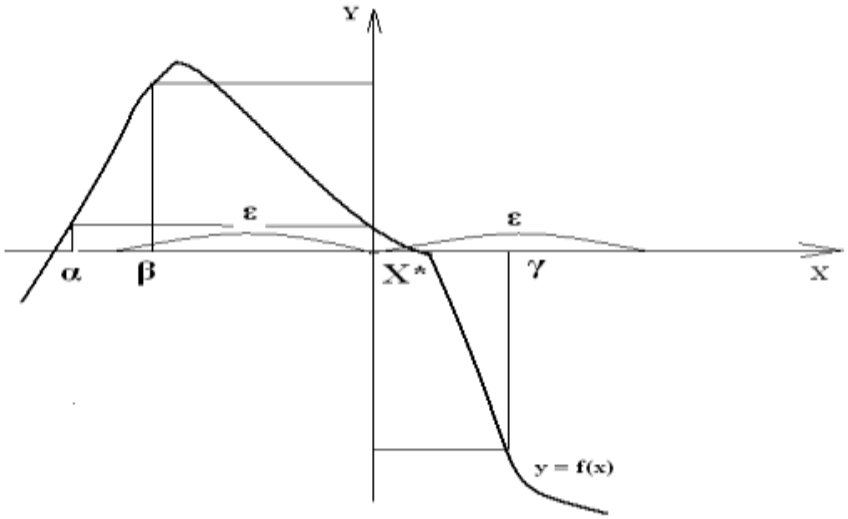
D) наибольшее доступное число $\Delta\, a$ , не превосходящее $|A - a|$.

7. Какой из методов не относится к точным методам решения систем линейных уравнений?

A) метод Гаусса; B) метод Зейделя; C) метод Крамера; D) метод прогонки.

8. Пусть $x^*$ - точный, а α, β, γ – приближённые корн уравнения f(x) = 0.
По рисунку определите, какая из точек является лучшим приближением к корню?

A) α B)β C) γ




9. Какое из чисел не является приближением числа 1,67352 по недостатку:

A) 1,6; B) 1,67; C) 1, 674; D) 1,6735.

10. Какую из функций нельзя построить по 20 точкам?

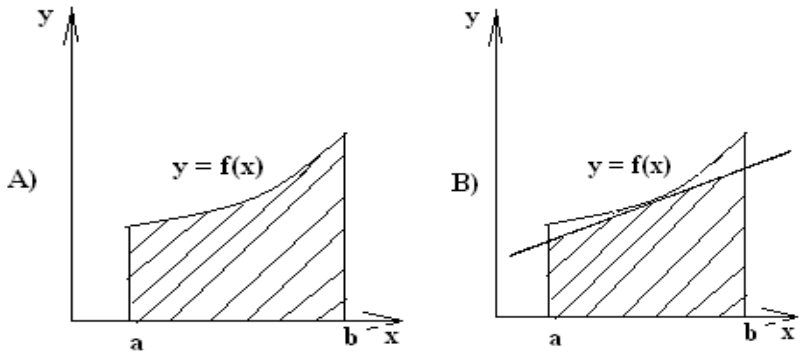
A) интерполяционный кубический сплайн;

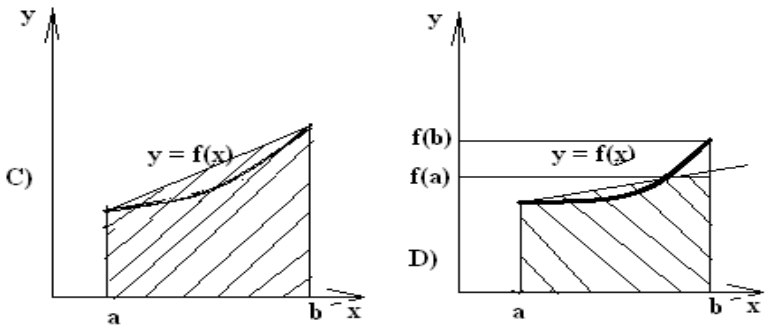
B) многочлен пятой степени, дающий наилучшее приближение по методу наименьших квадратов;

C) алгебраический полином степени не выше 19;

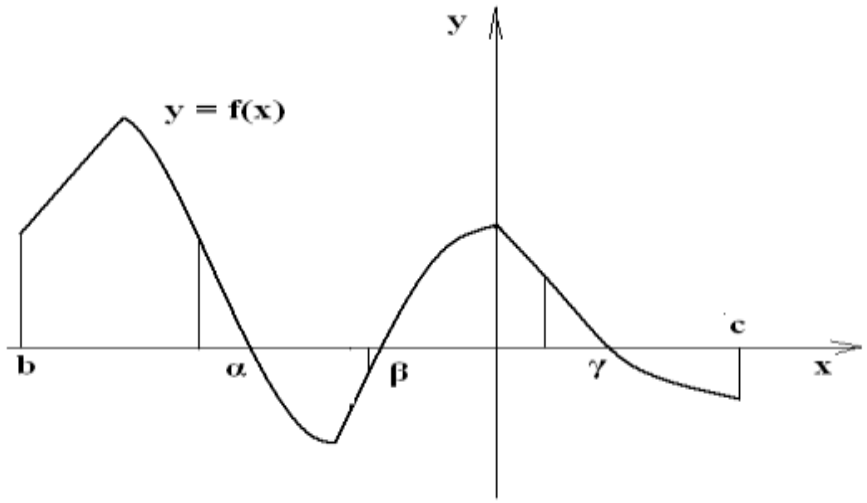
D) единственный интерполяционный многочлен степени 20.

11. Какой рисунок соответствует геометрической интерпретации метода трапеций численного интегрирования?






12. Уравнение f(x) = 0 на отрезке [b; c] имеет три корня α, β, γ. Пользуясь рисунком, определите, какой корень получится в результате применения метода половинного деления? A) α B)β C) γ D) ответить нельзя




13. При замене краевой задачи сеточной используются формулы:
A) интерполирования многочленами;
B) численного интегрирования;
C) численного дифференцирования;
D) приближения по методу наименьших квадратов.

14. Определите количество значащих цифр в числе 0,000012305613
A) 3; B) 7; C) 8; D) 12.

15. Является ли матрица $\begin{pmatrix} 2 & -0.2 & 0.3 & 0.4 \\ 0.3 & -3 & 1 & -1.4 \\ 0.7 & -0.8 & 4 & 2.6 \\ -0.5 & 1.2 & -2.5 & -5 \end{pmatrix}$ матрицей с преобладающей главной диагональю?
A) является;
B) нет, т.к. в 1-ой строке нарушается условие преобладания главной диагонали;
C) нет, т.к. во 2-ой строке нарушается условие преобладания главной диагонали;
D) нет, т.к. в 3-ой строке нарушается условие преобладания главной диагонали;
E) нет, т.к. в 4-ой строке нарушается условие преобладания главной диагонали.

16. Точное значение A = 521499, а приближённое a = 521500. Определите количество верных цифр в числе a?
A) 6; B) 5; C) 4; D) 3.

17. Точное значение A = 0,0046038, а приближённое a = 0,004603.
Определите количество верных значащих цифр в числе a?
A) 5; B) 4; C) 3; D) 2.

18. Какое из чисел имеет такой же порядок, как и число $2,5*10^{-3}$
A) 0,008; B) $10^{-2}$; C) $0,56*10^{-4}$; D) 0,00025.

19. Пусть задана квадратичная функция y(x) и точки: $x_0$, $x_1 = x_0 + h$, $x_2 = x_1 + h$. Какая из формул даёт точное значение?
A) $y'(x_1) = \frac{y(x_1)-y(x_0)}{h}$; B) $y'(x_1) = \frac{y(x_2)-y(x_0)}{2h}$;
C) $y'(x_0) = \frac{y(x_1)-y(x_0)}{h}$; D) $y'(x_1) = \frac{y(x_2)-y(x_1)}{h}$

20. Интерполяционный многочлен Ньютона задан формулой N = 1-2(x-1)+3(x-1)(x-3).
Какое число является значением заданной функции в одной из точек интерполяции?
A) -4; B) 12; C) 17; D) 29

21. Для каждого из приближённых методов отыскания корня уравнения достаточно задать одно начальное приближение:
A) метод хорд; B) метод секущих;
C) метод касательных; D)метод половинного деления.

22. Какое из утверждений о методе Эйлера решения задачи Коши не является верным:
A) метод Эйлера имеет второй порядок точности;
B) метод Эйлера является частным случаем метода Рунге-Кутты;
C) метод Эйлера является частным случаем метода разложения решения в ряд Тейлора;
D) в вычислениях значений приближённого решения при переходе к следующей точке допускается менять шаг

23. Какой из методов решения задачи Коши: $y' = f(x; y)$, $y(x_0) = y_0$ является многошаговым?
A) метод Адамса; B) метод разложения по формуле Тейлора;
C) метод Рунге-Кутты; D) метод Эйлера.

24. Интерполяционный многочлен какой степени используется для построения квадратуры Симпсона численного интегрирования?

25. Как называется процесс установления промежутков, в каждом из которых содержится ровно один корень уравнения?

26. Пусть заданы значения функции на равномерной сетке узлов $x_0, x_1, \ldots, x_n$, $n \geq 2$. Сколько конечных разностей второго порядка можно вычислить?

27. Существует ли полином, который при использовании метода наименьших квадратов для аппроксимации таблично заданной функции проходит через все заданные точки?

28. Пусть для отыскания корня уравнения f(x) = 0 на отрезке [ α;β] используется метод половинного деления. Какое минимальное количество итераций потребуется для того, чтобы найти корень уравнения с точностью ε?

29. Пусть заданы узлы $x_0 = 0$, $x_1 = 0,5$ и $x_2 = 1$. Установите соответствие между названиями многочленов и их формулами:

| | |
|---|---|
| 1) ИМЛ | А) $5-4(x-1)^2$; |
| | Б) $1+8x-4x^2$; |
| 2) ИМН для интерполирования «вперёд» | В) $1+6x-4x(x-0,5)$; |
| | Г) $4+4(x-0,5)-4(x-0,5)^2$; |
| 3) ИМН для интерполирования «назад» | Д) $5+2(x-1)-4(x-1)(x-0,5)$; |
| | Е) $10x(x-0,5)-16x(x-1)+2(x-0,5)(x-1)$. |

30. При решении уравнения f(x) = 0 приближённым методом левая часть уравнения заменяется новой функцией. Установите соответствие между названиями методов и геометрической интерпретацией функции, заменяющей исходную:

| | |
|---|---|
| 1) метод Ньютона; | А) прямая, параллельная касательной в заданной точке и проходящая через текущее приближение; |
| | Б)касательная в точке, являющейся текущим приближением; |
| 2) метод хорд; | В) прямая, проходящая через точки, абсциссы которых представляют собой два последовательных приближения к корню; |
| 3) метод секущих; | Г) прямая, проходящая через точки, абсциссы которых являются концами отрезка, на котором содержится корень исходной функции. |

31. Выберите нужные утверждения и расположите в правильной последовательности этапы практической оценки погрешности численного интегрирования по правилу Рунге:

А) разбиение отрезка интегрирования на n равных частей и вычисление интеграла $I_n$ по некоторой численной формуле;

Б) вычисление интеграла $I$ по формуле Ньютона-Лейбница;

В) вычисление интеграла $I_n$ по новой численной формуле;

Г) разбиение отрезка интегрирования на $2n$ равных частей и вычисление интеграла $I_{2n}$ по той же численной формуле;

Д) разбиение отрезка интегрирования на $2n$ равных частей и вычисление интеграла $I_{2n}$ по новой численной формуле;

Е) выбор точности $\varepsilon$ и числа разбиений $n$;

Ж) выбор числа точности $n$ и вычисление точности $\varepsilon$ по числу $n$;

З) выбор новой точности $\varepsilon$;

И) изменение числа разбиений $n$ и повторение вычислений;

К) окончание вычислений в случае выполнения $|I_n - J_n| \leq \varepsilon$ или переход к следующему шагу в противном случае;

Л) окончание вычислений в случае выполнения $|I_n - I| \leq \varepsilon$ или переход к следующему шагу в противном случае;

М) окончание вычислений в случае выполнения $|I_n - J_{2n}| \leq \varepsilon$ или переход к следующему шагу в противном случае;

Н) окончание вычислений в случае выполнения $|I_{2n} - J_n| \leq \varepsilon$ или переход к следующему шагу в противном случае.

32. Определить количество разбиений отрезка , достаточное для вычисления интеграла $\int_1^3 \ln x dx$ методом трапеций с точностью $\varepsilon = 0,01$;.

### 4.4 Примерный перечень вопросов к зачёту

***5 семестр***

1. История и этапы развития вычислительной математики, и её роль в прикладных науках.
2. Приближённые числа, их абсолютные и относительные погрешности.
3. Сложение и вычитание приближённых чисел. Умножение и деление приближённых чисел.
4. Погрешности вычисления значений функции. Определение допустимой погрешности аргументов по допустимой погрешности функции.
5. Аппроксимация сеточных функций. Интерполирование.
6. Сплайн-интерполяция. Метод наименьших квадратов.
7. Интерполяционный многочлен Лагранжа.
8. Интерполяционный многочлен Ньютона.
9. Схема Эйткена.
10. Основные понятия численного решения СЛАУ. Постановка задачи. Метод Гаусса. Схема Гаусса с выбором главного элемента.
11. Компактная схема Гаусса для решения СЛАУ.
12. Вычисление определителей матриц.
13. Вычисление элементов обратной матрицы методом Гаусса.
14. Решения СЛАУ методом простой итерации.
15. Метод Зейделя решения СЛАУ.
16. Метод Ньютона для системы двух нелинейных уравнений.
17. Метод простой итерации для системы двух нелинейных уравнений.
18. Формулы численного дифференцирования. Погрешности, возникающие при численном дифференцировании.
19. Выбор оптимального шага численного дифференцирования.
20. Численное интегрирование. Квадратурные формулы с равноотстоящими узлами. Формула трапеций, формула Симпсона, формула Ньютона.
21. Выбор шага интегрирования. Квадратурные формулы Гаусса.
22. Интегрирование с помощью степенных рядов. Интегралы от разрывных функций. Интегралы с бесконечными пределами.

***6 семестр***

1. Алгебраические проблемы собственных значений: основные понятия.
2. Степенной метод нахождения собственных чисел и векторов.
3. Метод обратных итераций и его модификации.
4. Метод вращений Якоби решения симметричной полной проблемы собственных значений.
5. LU-алгоритм для несимметричных задач.
6. QR-алгоритм.
7. Задача Коши для ОДУ. Метод последовательных приближений.
8. Задача Коши для ОДУ. Метод Эйлера и его модификации.
9. Задача Коши для ОДУ. Метод Рунге-Кутта.
10. Задача Коши для ОДУ. Метод Адамса.
11. Решение краевых задач для ОДУ. Постановка задачи. Метод конечных разностей для линейных дифференциальных уравнений второго порядка.
12. Решение краевых задач для ОДУ. Метод прогонки.
13. Решение краевых задач для ОДУ. Метод Галёркина.
14. Решение краевых задач для ОДУ. Метод коллокации.
15. Метод сеток для уравнений с частными производными.
16. Метод сеток для задачи Дирихле.
17. Метод прогонки для уравнения теплопроводности.
18. Метод сеток для уравнений параболического типа.
19. Метод сеток для уравнений гиперболического типа.

20. Метод сеток для уравнений эллиптического типа.

### 4.5 Критерии оценки

Оценка «Зачтено»:

– студент показывает хорошие знания изученного учебного материала;

– самостоятельно, логично и последовательно излагает и интерпретирует материалы учебного курса;

– полностью раскрывает смысл предлагаемого вопроса;

– владеет основными терминами и понятиями изученного курса;

– показывает умение переложить теоретические знания на предполагаемый практический опыт.

Оценка «Не зачтено»:

– фрагментарные знания по дисциплине;

– отказ от ответа (выполнения письменной работы);

– знание отдельных источников, рекомендованных учебной программой по дисциплине;

– неумение использовать научную терминологию;

– наличие грубых ошибок;

– низкий уровень культуры исполнения заданий;

– низкий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в печатной форме увеличенным шрифтом,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Данный перечень может быть дополнен и конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

## 5 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

### 5.1 Учебная литература

***Основная литература***


1. Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.Г. Численные методы: учебное пособие для студентов вузов. – 7-е изд. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. – 636 с. (15+60 экз.)
2. Амосов А.А. Вычислительные методы [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.А. Амосов, Ю.А. Дубинский, Н.В. Копченова. – СПб.: Лань, 2014. – 672 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/42190#authors.
3. Бахвалов Н.С. Численные методы [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Н.С. Бахвалов, Н.П. Жидков, Г.М. Кобельков. – М.: Издательство "Лаборатория знаний", 2015. – 639 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/70767.
4. Бахвалов Н.С. Численные методы. Решения задач и упражнения [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Н.С. Бахвалов, А.А. Корнев, Е.В. Чижонков. – М.: Издательство "Лаборатория знаний", 2016. – 355 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/90239.
5. Зализняк В.Е. Численные методы. Основы научных вычислений [Электронный ресурс]: учебник и практикум для академического бакалавриата. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Юрайт, 2018. – 356 с. – Режим доступа: https://biblio-online.ru/book/9D9516CB-A065-4497-9062-5D8C77D8E644.
6. Шевцов Г.С. Численные методы линейной алгебры [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Г.С. Шевцов, О.Г. Крюкова, Б.И. Мызникова. – СПб.: Лань, 2011. – 496 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/1800.


Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечных системах «Лань» и «Юрайт».

***Дополнительная литература***


1. Вержбицкий В.М. Численные методы. Линейная алгебра и нелинейные уравнения [Текст]: учебное пособие для студентов мат. и инженерных спец. вузов. – М.: Высшая школа, 2000. – 266 с. (16 экз.)
2. Гавришина О. Н. , Захаров Ю. Н. , Фомина Л. Н. Численные методы [Электронный ресурс]: учебное пособие. – Кемеровский государственный университет, 2011. – 238 с. – Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=232352.
3. Соболева О.Н. Введение в численные методы [Электронный ресурс]: учебное пособие. – Новосибирск: НГТУ, 2011. – 64 с. – Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=229144.


### 5.2. Периодическая литература

1. Базы данных компании «Ист Вью» http://dlib.eastview.com
2. Электронная библиотека GREBENNIKON.RU https://grebennikon.ru/

### 5.3. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

**Электронно-библиотечные системы (ЭБС):**

1. ЭБС «ЮРАЙТ» https://urait.ru/

2. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» www.biblioclub.ru
3. ЭБС «BOOK.ru» https://www.book.ru
4. ЭБС «ZNANIUM.COM» www.znanium.com
5. ЭБС «ЛАНЬ» https://e.lanbook.com

**Профессиональные базы данных:**

1. Web of Science (WoS) http://webofscience.com/
2. Scopus http://www.scopus.com/
3. ScienceDirect www.sciencedirect.com
4. Журналы издательства Wiley https://onlinelibrary.wiley.com/
5. Научная электронная библиотека (НЭБ) http://www.elibrary.ru/
6. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН http://archive.neicon.ru
7. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ) https://rusneb.ru/
8. Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина https://www.prlib.ru/
9. Электронная коллекция Оксфордского Российского Фонда https://ebookcentral.proquest.com/lib/kubanstate/home.action
10. Springer Journals https://link.springer.com/
11. Nature Journals https://www.nature.com/siteindex/index.html
12. Springer Nature Protocols and Methods https://experiments.springernature.com/sources/springer-protocols
13. Springer Materials http://materials.springer.com/
14. zbMath https://zbmath.org/
15. Nano Database https://nano.nature.com/
16. Springer eBooks: https://link.springer.com/
17. "Лекториум ТВ" http://www.lektorium.tv/
18. Университетская информационная система РОССИЯ http://uisrussia.msu.ru

**Информационные справочные системы:**

1. Консультант Плюс - справочная правовая система (доступ по локальной сети с компьютеров библиотеки)

**Ресурсы свободного доступа:**

1. Американская патентная база данных http://www.uspto.gov/patft/
2. Полные тексты канадских диссертаций http://www.nlc-bnc.ca/thesescanada/
3. КиберЛенинка (http://cyberleninka.ru/);
4. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации https://www.minobrnauki.gov.ru/;
5. Федеральный портал "Российское образование" http://www.edu.ru/;
6. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" http://window.edu.ru/;
7. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов http://school-collection.edu.ru/ .
8. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (http://fcior.edu.ru/);
9. Проект Государственного института русского языка имени А.С. Пушкина "Образование на русском" https://pushkininstitute.ru/;
10. Справочно-информационный портал "Русский язык" http://gramota.ru/;
11. Служба тематических толковых словарей http://www.glossary.ru/;
12. Словари и энциклопедии http://dic.academic.ru/;
13. Образовательный портал "Учеба" http://www.ucheba.com/;
14. Законопроект "Об образовании в Российской Федерации". Вопросы и ответы http://xn--273--84d1f.xn--p1ai/voprosy_i_otvety

15. Численные методы линейной алгебры - MathHelpPlanet [Электронный ресурс]. - URL: http://mathhelpplanet.com/static.php?p=chislennye-metody-linyeinoi-algebry.
16. Википедия, свободная энциклопедия – Wikipedia [Электронный ресурс]. - URL: http://ru.wikipedia.org.
17. Электронно-библиотечная система Издательство «Лань» [Электронный ресурс]. - URL: http://e.lanbook.com.
18. Научная электронная библиотека в рамках проекта Федерального агентства по науке и инновациям [Электронный ресурс]. - URL: http://elibrary.ru.

**Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы КубГУ:**

1. Среда модульного динамического обучения http://moodle.kubsu.ru
2. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций http://mschool.kubsu.ru/
3. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий http://mschool.kubsu.ru;
4. Электронный архив документов КубГУ http://docspace.kubsu.ru/
5. Электронные образовательные ресурсы кафедры информационных систем и технологий в образовании КубГУ и научно-методического журнала "ШКОЛЬНЫЕ ГОДЫ" http://icdau.kubsu.ru/

## 6 Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Учебная деятельность проходит в соответствии с графиком учебного процесса. Процесс самостоятельной работы контролируется во время аудиторных занятий и индивидуальных консультаций. Самостоятельная работа студентов проводится в форме изучения отдельных теоретических вопросов по предлагаемой литературе.

Для написания реферата необходимо подобрать литературу. Общее количество литературных источников, включая тексты из Интернета, (публикации в журналах), должно составлять не менее 10 наименований. Учебники, как правило, в литературные источники не входят.

Рефераты выполняют на листах формата А4. Страницы текста, рисунки, формулы нумеруют, рисунки снабжают порисуночными надписями. Текст следует печатать шрифтом №14 с интервалом между строками в 1,5 интервала, без недопустимых сокращений. В конце реферата должны быть сделаны выводы.

В конце работы приводят список использованных источников.

Реферат должен быть подписан студентом с указанием даты ее оформления.

Работы, выполненные без соблюдения перечисленных требований, возвращаются на доработку.

Выполненная студентом работа определяется на проверку преподавателю в установленные сроки. Если у преподавателя есть замечания, работа возвращается и после исправлений либо вновь отправляется на проверку, если исправления существенные, либо предъявляется на ее защите.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

## 7 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

По всем видам учебной деятельности в рамках дисциплины используются аудитории, кабинеты и лаборатории, оснащенные необходимым специализированным и лабораторным оборудованием.

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

| № | Вид работ | Наименование учебной аудитории, ее оснащенность оборудованием и техническими средствами обучения |
|---|---|---|
| 1. | Лабораторные занятия | Лаборатория, укомплектованная специализированной мебелью, техническими средствами обучения (современными ПЭВМ на базе процессоров Intel или AMD, объединёнными локальной сетью) с выходом в глобальную сеть Интернет, а также современным лицензионным программным обеспечением (операционная система Windows 8/10, пакет Microsoft Office, среды программирования MS Visual Studio и Delphi)<br>(аудитории: 101, 102, 105, 106, 107, А301а) |
| 2. | Групповые (индивидуальные) консультации | Аудитория для семинарских занятий, групповых и индивидуальных консультаций, укомплектованные необходимой мебелью (доска, столы, стулья)<br>(аудитории: 129, 131) |
| 3. | Текущий контроль, промежуточная аттестация | Аудитория для семинарских занятий, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованная необходимой мебелью (доска, столы, стулья) (аудитории: 129, 131, 133, А305, А307, 147, 148, 149, 150, 100С, А3016, А512), компьютерами с лицензионным программным обеспечением и выходом в интернет (аудитории: 106, 106а. А301) |
| 4. | Самостоятельная работа | Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет, программой экранного увеличения, обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, необходимой мебелью (доска, столы, стулья)<br>(аудитория 102а, читальный зал). |

Примечание: Конткретизация аудиторий и их оснащение определяется ОПОП.