ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«ЛЕНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**ИМЕНИ А.С. ПУШКИНА»**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебно-методической

работе

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ С.Н.Большаков

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

**Б1.О.09.04 ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ**

Направление подготовки **44.03.05 Педагогическое образование   
(с двумя профилями подготовки)**

Направленность (профиль) **Информатика и математика**

(год начала подготовки - 2022)

Санкт-Петербург

2022

**1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

| **Индекс компетенции** | **Содержание компетенции**  **(или ее части)** | **Индикаторы компетенций (код и содержание)** |
| --- | --- | --- |
| ОПК-8 | Способен осуществлять педагогическую деятельность на основе специальных научных знаний | ИОПК-8.1. Знает основные источники информации, необходимые для успешного освоения содержания дисциплины; основные классы задач вычислительной математики; алгоритмы решения основных задач вычислительной математики |
| ИОПК-8.2. Умеет осуществить поиск информации, необходимой для успешного освоения содержания дисциплины; реализовать алгоритм решения задач вычислительной математики в прикладном программном средстве |
| ИОПК-8.3. Владеет навыками работы в электронной образовательной среде для приобретения новых теоретических и фактических знаний, теоретических и практических умений; технологией реализации алгоритмов решения задач вычислительной математики в прикладном программном средстве. |
| ПК-3 | Способен применять предметные знания при реализации образовательного процесса | ИПК-3.1. Знает смысл основных понятий; основные источники погрешностей; правила подсчета цифр; виды погрешностей; в чем состоит задача интерполирования; свойства конечных и разделенных разностей; свойства определенного интеграла; основные методы отделения и уточнения корней нелинейного уравнения; основные методы решения систем линейных уравнений; некоторые из приближенных методов решения обыкновенных дифференциальных уравнений; технологию использования компьютерной техники и программного обеспечения в поиске источников информации, позволяющих планировать и реализовывать образовательный процесс по информатике и ИКТ, математике в образовательных учреждениях основного и среднего общего образования. |
| ИПК-3.2. Умеет дать математические характеристики точности приближенных величин; оценить степень точности результатов, зная степень точности исходных данных; брать исходные данные с такой степенью точности, чтобы обеспечить заданную точность результата; построить вычислительный процесс таким образом, чтобы избавить его от вычислений, не оказывающих влияние на точность результата; определить количество значащих цифр, верных значащих цифр числа; округлить предложенные числа; построить интерполяционный многочлен для функции, заданной таблично; оценить погрешность, возникающую при замене функции интерполяционным многочленом; выбрать узлы интерполяции таким образом, чтобы получить минимальную погрешность; вычислить определенный интеграл, используя квадратурные формулы; оценить погрешность, возникающую при использовании квадратурных формул; определить количество действительных корней алгебраического уравнения; отделить и уточнить корни данного нелинейного уравнения с заданной степенью точности; решить предложенную систему линейных уравнений и оценить точность полученного решения; решить предложенное дифференциальное уравнение одним из известных приближенных методов; адекватно использовать программное обеспечение персонального компьютера; использовать компьютерную технику и программное обеспечение в поиске источников информации, позволяющих планировать и реализовывать образовательный процесс по информатике и ИКТ, математике в образовательных учреждениях основного и среднего общего образования. |
| ИПК-3.3. Владеет навыками работы с программными средствами, предназначенными для решения вычислительных задач; навыками использования компьютерной техники и программного обеспечения в поиске источников информации, позволяющих планировать и реализовывать образовательный процесс по информатике и ИКТ, математике в образовательных учреждениях основного и среднего общего образования. |

**2. Место дисциплины в структуре ОП**

Цель дисциплины: формирование представления о дисциплине «Численные методы» как о разделе вычислительной математики, в котором объектом изучения являются математические структуры; предметом исследования – абстрактные вычислительные алгоритмы доведения результата до числа, моделирующие математические структуры; основным методом изучения является деятельность, называемая вычислительным экспериментом.

Задачи дисциплины:

* раскрытие основных понятий курса;
* формирование представления об общих идеях, лежащих в основе доведения решения математических задач до числового результата;
* подготовка обучающихся к разработке и применению с помощью ЭВМ вычислительных алгоритмов решения математических задач, возникающих в процессе познания и использования в практической деятельности законов реального мира, посредством математического моделирования.

Дисциплина относится к обязательной части блока 1. Дисциплины (модули), модуль Компьютерная математика.

Освоение дисциплины и сформированные при этом компетенции необходимы в последующей деятельности.

**3. Объем дисциплины и виды учебной работы**

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 академических часов *(1 зачетная единица соответствует 36 академическим часам).*

**Очная форма обучения**

| **Вид учебной работы** | **Трудоемкость в акад.час** | |
| --- | --- | --- |
|  |  | **Практическая подготовка** |
| **Контактная работа (аудиторные занятия) (всего):** | 94 | |
| В том числе: |  | |
| Лекции | 32 | - |
| Лабораторные работы / Практические занятия (в т.ч. зачет) | 62/- | -/- |
| **Самостоятельная работа (всего)** | 59 | |
| **Вид промежуточной аттестации (экзамен):** | 27 | |
| контактная работа | 2,35 | |
| самостоятельная работа по подготовке к экзамену | 24,65 | |
| **Общая трудоемкость дисциплины (в час./з.е.)** | 180/5 | |

**Заочная форма обучения**

| **Вид учебной работы** | **Трудоемкость в акад.час** | |
| --- | --- | --- |
|  |  | **Практическая подготовка** |
| **Контактная работа (аудиторные занятия) (всего):** | 22 | |
| В том числе: |  | |
| Лекции | 8 | - |
| Лабораторные работы / Практические занятия | 14/- | -/- |
| **Самостоятельная работа (всего)** | 145 | - |
| **Вид промежуточной аттестации (зачет):** | 4 | - |
| контактная работа | 0,25 | - |
| самостоятельная работа по подготовке к зачету | 3,75 | - |
| **Вид промежуточной аттестации (экзамен):** | 9 | |
| контактная работа | 2,35 | |
| самостоятельная работа по подготовке к экзамену | 6,65 | |
| **Общая трудоемкость дисциплины (в час./з.е.)** | 180/5 | |

**4. Содержание дисциплины**

При проведении учебных занятий обеспечивается развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств (включая при необходимости проведение интерактивных лекций, групповых дискуссий, ролевых игр, тренингов, анализ ситуаций и имитационных моделей, составленных на основе результатов научных исследований, проводимых организацией, в том числе с учетом региональных особенностей профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей).

**4.1. Блоки (разделы) дисциплины**

|  |  |
| --- | --- |
| **№** | **Наименование блока (раздела) дисциплины** |
| 1 | Элементарная теория погрешностей |
| 2 | Интерполирование и экстраполирование |
| 3 | Численное интегрирование и дифференцирование |
| 4 | Методы решения нелинейных уравнений |
| 5 | Методы решения систем линейных уравнений |
| 6 | Методы решения систем нелинейных уравнений |
| 7 | Решение обыкновенных дифференциальных уравнений |

**4.2. Примерная тематика курсовых работ (проектов)**

**1.**Численные методы определения коэффициентов Фурье при разложении функции в ряд.

**2.** Численное дифференцирование. Формулы приближённого дифференцирования, основанные на интерполяционных формулах Ньютона и Лагранжа.

**3.** Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений (метод Эйлера и его модификации, метод Рунге-Кутта).

**4.** Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений (метод Адамса, метод Пикара).

**5.** Приближённые методы решения систем нелинейных уравнений (метод Ньютона, метод простой итерации).

**6.** Интерполирование функций (формулы Гаусса и Чебышева).

**7.** Интерполирование функций (формулы Стирлинга, формулы Бесселя).

**8.** Методы вычисления собственных векторов и собственных чисел матриц (метод Крылова, метод Данилевского).

**9.** Методы вычисления собственных векторов и собственных чисел матриц (метод итераций, метод непосредственного развёртывания).

**10.** Методы вычисления собственных векторов и собственных чисел матриц (метод Лаверье-Фаддеева, метод интерполяции).

**11.** Алгебраические уравнения (определение числа действительных корней алгебраического уравнения, нахождение области существования корней алгебраического уравнения (правило кольца, метод Лагранжа, метод Ньютона)).

**12**Методы решения дифференциальных уравнений в частных производных (метод сеток, метод сеток для задачи Дирихле).

**13.** Решение краевых задач для криволинейных областей.

**14.**Методы обращения матриц (метод Гаусса, метод окаймления, метод разбиения на произведение треугольных матриц).

**15.** Численные методы вычисления кратных интегралов (метод повторного интегрирования, метод Люстерника и Диткина, метод Монте-Карло (метод статистических испытаний)).

**16.**Методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений (метод Эйлера с последующей итерационной обработкой, метод Милна).

**17.** Методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений (метод Крылова).

**18.** Краевые задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений (метод конечных разностей для линейных дифференциальных уравнений второго порядка, метод прогонки).

**19.** Краевые задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений (метод конечных разностей для нелинейных дифференциальных уравнений второго порядка, метод Галёркина, метод коллокации).

**20.** Метод сеток для уравнения параболического типа.

**21.** Метод сеток для уравнения гиперболического типа.

**22.** Интегралы от разрывных функций. Метод Канторовича выделения особенностей.

**23.** Погрешности вычисления значений функции. Определение погрешности аргументов по допустимой погрешности функции.

**24.** Применение метода итераций для приближенного вычисления значений функций.

**25.** Тригонометрическое интерполирование.

Требования к курсовой работе

***Курсовая работа*** должна содержать:

* + Титульный лист;
  + Оглавление в виде нумерованного или многоуровневого списка;
  + Текст курсовой работы;
  + Список литературы.

***Текст курсовой работы*** должен содержать:

* + Теоретическую часть;
  + Практическую часть.

*Теоретическая часть* должна содержать все необходимые теоретические сведения для понимания работы (теорию по теме курсовой работы и дополнительные сведения при необходимости (например: определения, теоремы, леммы, на которые непосредственно опирается излагаемый теоретический материал работы)).

*Практическая часть* должна содержать примеры решения задач и задачи для самостоятельного решения.

**4.3. Перечень занятий, проводимых в активной и интерактивной формах, обеспечивающих развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств. Практическая подготовка\***

| **№ п/п** | **Наименование блока (раздела) дисциплины** | **Занятия, проводимые в активной  и интерактивной формах** | | **Практическая подготовка\*** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Форма проведе-ния занятия** | **Наименование видов занятий** |
| 1. | Элементарная теория погрешностей | лекционное занятие | использование презентаций |  |
| 2 | Интерполирование и экстраполирование | лекционное занятие | использование презентаций |  |
| лабораторное занятие | решение ситуационных задач, работа в группах |  |
| 3 | Численное интегрирование и дифференцирование | лекционное занятие | использование презентаций |  |
| лабораторное занятие | решение ситуационных задач, работа в группах |  |
| 4 | Методы решения нелинейных уравнений | лекционное занятие | использование презентаций |  |
| лабораторное занятие | решение ситуационных задач, работа в группах |  |
| 5 | Методы решения систем линейных уравнений | лекционное занятие | использование презентаций |  |
| лабораторное занятие | решение ситуационных задач, работа в группах |  |
| 6 | Методы решения систем нелинейных уравнений | лекционное занятие | использование презентаций |  |
| лабораторное занятие | решение ситуационных задач, работа в группах |  |
| 7 | Решение обыкновенных дифференциальных уравнений | лекционное занятие | использование презентаций |  |
| лабораторное занятие | решение ситуационных задач, работа в группах |  |

**\***Практическая подготовка при реализации учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей) организуется путем проведения практических занятий, практикумов, лабораторных работ и иных аналогичных видов учебной деятельности, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

**5. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

**5.1. Темы для творческой самостоятельной работы обучающегося**

Темы для творческой самостоятельной работы студента формулируются обучающимся самостоятельно, исходя из перечня тем занятий текущего семестра.

**5.2. Темы конспектов**

**1.** Погрешности. Источники погрешностей. Классификация погрешностей. Абсолютная и относительная погрешности.

**2.** Десятичная запись приближенных чисел. Значащие цифры. Верные значащие цифры. Связь между числом верных знаков и погрешностью числа.

**3.** Округление чисел. Погрешность округления.

**4.** Погрешности суммы и разности.

**5.** Погрешности произведения и частного.

**6.** Погрешности степени и корня.

**7.** Правила подсчета цифр.

**8.** Определенный интеграл и его свойства. Вычисление определенного интеграла: формулы левых и правых прямоугольников.

**9.** Определенный интеграл и его свойства. Вычисление определенного интеграла: формула трапеций.

**10.** Определенный интеграл и его свойства. Вычисление определенного интеграла: формула Симпсона.

**11.** Постановка задачи интерполирования. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Оценка погрешности интерполяционного многочлена.

**12.** Конечные разности и их свойства.

**13.** Первая интерполяционная формула Ньютона для равноотстоящих узлов. Оценка погрешности.

**14.** Вторая интерполяционная формула Ньютона для равноотстоящих узлов. Оценка погрешности.

**15.** Разделенные разности. Интерполяционная формула Ньютона для неравноотстоящих узлов.

**16.**Линейное интерполирование по Эйткину.

**17.**Интерполирование сплайн-функциями.

**18.**Обратное интерполирование.

**19.**Отделение корней. Уточнение корней (метод проб).

**20.**Отделение корней. Уточнение корней (метод хорд).

**21.**Отделение корней. Уточнение корней (метод касательных).

**22.**Отделение корней. Уточнение корней (комбинированный метод хорд и касательных).

**23.**Отделение корней. Уточнение корней (метод итераций).

**24.**Определение числа действительных корней алгебраического уравнения. Нахождение области существования корней алгебраического уравнения.

**25.**Матричная форма записи системы линейных уравнений. Решение матричных уравнений.

**26.**Формулы Крамера для решения системы линейных уравнений.

**27.**Решение системы линейных уравнений методом Гаусса.

**28.**Решение системы линейных уравнений методом Гаусса с выбором главного элемента.

**29.**Решение системы линейных уравнений методом квадратного корня.

**30.**Решение системы линейных уравнений методом Халецкого.

**31.**Решение системы линейных уравнений методом итераций. Условие сходимости итерационного процесса. Оценка погрешности.

**32.**Решение системы линейных уравнений методом Зейделя. Условие сходимости метода Зейделя. Оценка погрешности.

**33.** Решение системы нелинейных уравнений методом итераций. Условие сходимости. Оценка погрешности.

**34.** Решение системы нелинейных уравнений методом Ньютона. Условие сходимости. Оценка погрешности.

**35.**Понятие о дифференциальном уравнении. Метод Эйлера решения дифференциальных уравнений и его модификации.

**36.**Понятие о дифференциальном уравнении. Метод Рунге-Кутта решения дифференциальных уравнений.

**5.3. Вопросы для подготовки к устным собеседованиям (опросам)**

**Тема №1 «Элементарная теория погрешностей»**

**1.** Погрешности. Источники погрешностей. Классификация погрешностей. Абсолютная и относительная погрешности.

**2.** Десятичная запись приближенных чисел. Значащие цифры. Верные значащие цифры. Связь между числом верных знаков и погрешностью числа.

**3.** Округление чисел. Погрешность округления.

**4.** Погрешности суммы и разности.

**5.** Погрешности произведения и частного.

**6.** Погрешности степени и корня.

**7.** Правила подсчета цифр.

**Тема №2 «Интерполирование и экстраполирование»**

**8.** Постановка задачи интерполирования. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Оценка погрешности интерполяционного многочлена.

**9.** Конечные разности и их свойства.

**10.** Первая интерполяционная формула Ньютона для равноотстоящих узлов. Оценка погрешности.

**11.** Вторая интерполяционная формула Ньютона для равноотстоящих узлов. Оценка погрешности.

**12.** Разделенные разности. Интерполяционная формула Ньютона для неравноотстоящих узлов.

**13.** Линейное интерполирование по Эйткину.

**14.** Интерполирование сплайн-функциями.

**15.** Обратное интерполирование.

**Тема №3 «Численное интегрирование и дифференцирование »**

**16.** Определенный интеграл и его свойства. Вычисление определенного интеграла: формулы левых и правых прямоугольников.

**17.** Определенный интеграл и его свойства. Вычисление определенного интеграла: формула трапеций.

**18.** Определенный интеграл и его свойства. Вычисление определенного интеграла: формула Симпсона.

**19.** Численное дифференцирование. Формулы численного дифференцирования, основанные на интерполяционных формулах Лагранжа и Ньютона.

**Тема №4 «Методы решения нелинейных уравнений»**

**20.** Отделение корней. Уточнение корней (метод половинного деления).

**21.** Отделение корней. Уточнение корней (метод хорд).

**22.** Отделение корней. Уточнение корней (метод касательных).

**23.** Отделение корней. Уточнение корней (комбинированный метод хорд и касательных).

**24.** Отделение корней. Уточнение корней (метод итераций).

**25.** Определение числа действительных корней алгебраического уравнения. Нахождение области существования корней алгебраического уравнения.

**Тема №5 «Методы решения систем линейных уравнений»**

**26.** Матричная форма записи системы линейных уравнений. Решение матричных уравнений.

**27.** Формулы Крамера для решения системы линейных уравнений.

**28.** Решение системы линейных уравнений методом Гаусса.

**29.** Решение системы линейных уравнений методом Гаусса с выбором главного элемента.

**30.** Решение системы линейных уравнений методом квадратного корня.

**31.** Решение системы линейных уравнений методом Халецкого.

**32.** Решение системы линейных уравнений методом итераций. Условие сходимости итерационного процесса. Оценка погрешности.

**33.** Решение системы линейных уравнений методом Зейделя. Условие сходимости метода Зейделя. Оценка погрешности.

**Тема №6 «Методы решения систем нелинейных уравнений»**

**34.** Решение системы нелинейных уравнений методом итераций. Условие сходимости. Оценка погрешности.

**35.** Решение системы нелинейных уравнений методом Ньютона. Условие сходимости. Оценка погрешности.

**Тема №7 «Решение обыкновенных дифференциальных уравнений»**

**36.** Понятие о дифференциальном уравнении. Метод Эйлера решения дифференциальных уравнений и его модификации.

**37.** Понятие о дифференциальном уравнении. Метод Рунге-Кутта решения дифференциальных уравнений.

**5.4. Вопросы для подготовки к коллоквиумам**

**Коллоквиум №1**

**Тема №1 «Элементарная теория погрешностей»**

**1.** Погрешности. Источники погрешностей. Классификация погрешностей. Абсолютная и относительная погрешности.

**2.** Десятичная запись приближенных чисел. Значащие цифры. Верные значащие цифры. Связь между числом верных знаков и погрешностью числа.

**3.** Округление чисел. Погрешность округления.

**4.** Погрешности суммы и разности.

**5.** Погрешности произведения и частного.

**6.** Погрешности степени и корня.

**7.** Правила подсчета цифр.

**Коллоквиум №2**

**Тема №2 «Интерполирование и экстраполирование»**

**8.** Постановка задачи интерполирования. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Оценка погрешности интерполяционного многочлена.

**9.** Конечные разности и их свойства.

**10.** Первая интерполяционная формула Ньютона для равноотстоящих узлов. Оценка погрешности.

**11.** Вторая интерполяционная формула Ньютона для равноотстоящих узлов. Оценка погрешности.

**12.** Разделенные разности. Интерполяционная формула Ньютона для неравноотстоящих узлов.

**13.** Линейное интерполирование по Эйткину.

**14.** Интерполирование сплайн-функциями.

**15.** Обратное интерполирование.

**Коллоквиум №3**

**Тема №3 «Численное интегрирование и дифференцирование »**

**16.** Определенный интеграл и его свойства. Вычисление определенного интеграла: формулы левых и правых прямоугольников.

**17.** Определенный интеграл и его свойства. Вычисление определенного интеграла: формула трапеций.

**18.** Определенный интеграл и его свойства. Вычисление определенного интеграла: формула Симпсона.

**19.** Численное дифференцирование. Формулы численного дифференцирования, основанные на интерполяционных формулах Лагранжа и Ньютона.

**Коллоквиум №4**

**Тема №4 «Методы решения нелинейных уравнений»**

**20.** Отделение корней. Уточнение корней (метод половинного деления).

**21.** Отделение корней. Уточнение корней (метод хорд).

**22.** Отделение корней. Уточнение корней (метод касательных).

**23.** Отделение корней. Уточнение корней (комбинированный метод хорд и касательных).

**24.** Отделение корней. Уточнение корней (метод итераций).

**25.** Определение числа действительных корней алгебраического уравнения. Нахождение области существования корней алгебраического уравнения.

**Коллоквиум №5**

**Тема №5 «Методы решения систем линейных уравнений»**

**26.** Матричная форма записи системы линейных уравнений. Решение матричных уравнений.

**27.** Формулы Крамера для решения системы линейных уравнений.

**28.** Решение системы линейных уравнений методом Гаусса.

**29.** Решение системы линейных уравнений методом Гаусса с выбором главного элемента.

**30.** Решение системы линейных уравнений методом квадратного корня.

**31.** Решение системы линейных уравнений методом Халецкого.

**32.** Решение системы линейных уравнений методом итераций. Условие сходимости итерационного процесса. Оценка погрешности.

**33.** Решение системы линейных уравнений методом Зейделя. Условие сходимости метода Зейделя. Оценка погрешности.

**Тема №6 «Методы решения систем нелинейных уравнений»**

**34.** Решение системы нелинейных уравнений методом итераций. Условие сходимости. Оценка погрешности.

**35.** Решение системы нелинейных уравнений методом Ньютона. Условие сходимости. Оценка погрешности.

**Тема №7 «Решение обыкновенных дифференциальных уравнений»**

**36.**Понятие о дифференциальном уравнении. Метод Эйлера решения дифференциальных уравнений и его модификации.

**37.**Понятие о дифференциальном уравнении. Метод Рунге-Кутта решения дифференциальных уравнений.

**5.5. Темы рефератов**

Выполнение рефератов не предполагается

**6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости**

**6.1. Текущий контроль**

| **№**  **пп** | **№ и наименование блока (раздела) дисциплины** | **Форма текущего контроля** |
| --- | --- | --- |
| 1 | Элементарная теория погрешностей | Устное собеседование  Контрольная работа № 1  Коллоквиум №1 |
| 2 | Интерполирование и экстраполирование | Устное собеседование Контрольная работа № 2  Коллоквиум №2 |
| 3 | Численное интегрирование и дифференцирование | Устное собеседование Контрольная работа № 3  Коллоквиум №3 |
| 4 | Методы решения нелинейных уравнений | Устное собеседование Контрольная работа № 4  Коллоквиум №4 |
| 5 | Методы решения систем линейных уравнений | Устное собеседование Контрольная работа № 5  Коллоквиум №5 |
| 6 | Методы решения систем нелинейных уравнений. | Устное собеседование  Коллоквиум №5 |
| 7 | Решение обыкновенных дифференциальных уравнений. | Устное собеседование  Коллоквиум №5 |

**6.2. Примеры оценочных средств для текущего контроля по дисциплине**

**Темы конспектов**

Представлены в разделе 5.2.

**Вопросы для сдачи коллоквиумов**

Представлены в разделе 5.4.

**Вопросы для проведения устных опросов**

Представлены в разделе 5.3.

**Задания для лабораторных занятий**

**Тема: Определение абсолютной и относительной погрешностей приближенного числа. Верные цифры числа**

**Задание 1.** Определите, какое равенство точнее.

 

**Задание 2.** Округлите сомнительные цифры числа, оставив верные знаки: а) в узком смысле; б) в широком смысле. Определите абсолютную погрешность результата.

а)  б) 0,5861; 

**Задание 3.** Найдите предельные абсолютные и относительные погрешности чисел, если они имеют только верные цифры: а) в узком смысле; б) в широком смысле.

а) 0,0387; б) 765,114

**Тема: Действия над приближенными числами. Оценка погрешностей результата**

**Задание 1.** Вычислите и определите погрешности результата.



*a*=3,85±0,01

*b*=2,0435±0,0004

*c*=962,6±0,1

**Задание 2.**Вычислите значение выражения с оценкой погрешностей. Все числа даны с верными цифрами.

x=5,41

*y*=6,268

z=4,2

**Задание 3.**Вычислите, пользуясь правилами подсчета цифр.



*a*=3,85

*b*=2,0435

*c*=962,6

**Тема: Нахождение значений функции при помощи интерполяционного многочлена Лагранжа**

**Задание 1.** Используя интерполяционную формулу Лагранжа для равноотстоящих узлов, вычислите значение функции при данных значениях аргумента.

|  |  |
| --- | --- |
| **X** | **Y** |
| 1,415 | 0,888551 |
| 1,420 | 0,889599 |
| 1,425 | 0,890637 |
| 1,430 | 0,891667 |
| 1,435 | 0,892687 |
| 1,440 | 0,893698 |
| 1,445 | 0,894700 |
| 1,450 | 0.895693 |
| 1,455 | 0,896677 |
| 1,460 | 0,897653 |
| 1,465 | 0,898619 |

**Значения аргумента:**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **x1** | **x2** | **x3** | **x4** |
| 1,4161 | 1,4625 | 1,4135 | 1,470 |

**Задание 2.** Используя интерполяционную формулу Лагранжа для неравноотстоящих узлов, вычислите значение функции при данных значениях аргумента.

|  |  |
| --- | --- |
| **X** | **Y** |
| 0,298 | 3,25578 |
| 0,303 | 3,17639 |
| 0,310 | 3,12180 |
| 0,317 | 3,04819 |
| 0,323 | 2,98755 |
| 0,330 | 2,91950 |
| 0,339 | 2,83598 |

**Значения аргумента:**

|  |  |
| --- | --- |
| **x1** | **x2** |
| 0,308 | 0,335 |

**Задание 3.**Построить интерполяционный многочлен Лагранжа для функции   
f(x)=e-x, если узлами интерполяции служат точки x1=1, x2=2, x3=3. Оценить погрешность при x=1,5.

**Тема: Вычисление значений функции по первой и второй интерполяционным формулам Ньютона**

**Задание 1.** Используя первую или вторую интерполяционную формулу Ньютона, вычислите значение функции при данных значениях аргумента.

|  |  |
| --- | --- |
| **X** | **Y** |
| 1,415 | 0,888551 |
| 1,420 | 0,889599 |
| 1,425 | 0,890637 |
| 1,430 | 0,891667 |
| 1,435 | 0,892687 |
| 1,440 | 0,893698 |
| 1,445 | 0,894700 |
| 1,450 | 0.895693 |
| 1,455 | 0,896677 |
| 1,460 | 0,897653 |
| 1,465 | 0,898619 |

**Значения аргумента:**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **x1** | **x2** | **x3** | **x4** |
| 1,4161 | 1,4625 | 1,4135 | 1,470 |

**Задание 2.** Составьте таблицу конечных разностей для функции, заданной таблично:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| X | -2 | -1 | 0 | 1 | 2 | 3 |
| Y | 10 | 5 | 1 | -15 | -50 | -100 |

**Задание 3.** Используя квадратичную интерполяцию, постройте интерполяционный многочлен Ньютона и вычислите значение функции при данных значениях аргумента (*x*=1,6763).

|  |  |
| --- | --- |
| **X** | **Y** |
| 1,675 | 9,5618 |
| 1,676 | 9,4708 |
| 1,677 | 9,3804 |
| 1,678 | 9,2923 |
| 1,679 | 9,2057 |
| 1,680 | 9,1208 |
| 1,681 | 9,0373 |
| 1,682 | 8,9554 |
| 1,683 | 8,8749 |
| 1,684 | 8,7959 |
| 1,685 | 8,7182 |
| 1,686 | 8,6418 |
| 1,687 | 8,5668 |
| 1,688 | 8,4931 |

**Тема: Интерполяционная формула Ньютона для неравноотстоящих узлов**

**Задание 1.** Используя интерполяционную формулу Ньютона для неравноотстоящих узлов, вычислите значение функции при данных значениях аргумента.

|  |  |
| --- | --- |
| **X** | **Y** |
| 1,415 | 0,888551 |
| 1,420 | 0,889599 |
| 1,425 | 0,890637 |
| 1,430 | 0,891667 |
| 1,435 | 0,892687 |
| 1,440 | 0,893698 |
| 1,445 | 0,894700 |
| 1,450 | 0.895693 |
| 1,455 | 0,896677 |
| 1,460 | 0,897653 |
| 1,465 | 0,898619 |

**Значения аргумента:**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **x1** | **x2** | **x3** | **x4** |
| 1,4161 | 1,4625 | 1,4135 | 1,470 |

**Задание 3.** Составить таблицу разделенных разностей для функции, заданной таблично:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| X | -2 | -1 | 0 | 1 | 2 | 3 |
| Y | 10 | 5 | 1 | -15 | -50 | -100 |

**Тема: Обратное интерполирование**

**Задание 1.** Используя формулу обратного интерполирования для неравноотстоящих узлов, найдите приближенное значение аргумента, соответствующее данному значению функции.

|  |  |
| --- | --- |
| **X** | **Y** |
| 0,43 | 1,63597 |
| 0,48 | 1,73234 |
| 0,55 | 1,87686 |
| 0,62 | 2,03345 |
| 0,70 | 2,22846 |
| 0,75 | 2,35973 |

**Задание 2.** Используя формулу обратного интерполирования для равноотстоящих узлов, найдите приближенное значение аргумента, соответствующее данному значению функции 5,51347.

|  |  |
| --- | --- |
| **X** | **Y** |
| 1,375 | 5,04192 |
| 1,380 | 5,17744 |
| 1,385 | 5,32016 |
| 1,390 | 5,47069 |
| 1,395 | 5,62968 |
| 1,400 | 5,79788 |

**Тема: Интерполирование сплайн-функциями**

**Задание 1.** Постройте сплайн-функцию и найдите приближенное значение функции, соответствующее данному значению аргумента.

**х=2,5**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| X | -2 | -1 | 0 | 1 | 2 | 3 |
| Y | 10 | 5 | 1 | -15 | -50 | -100 |

**Тема: Численное интегрирование. Формулы левых, правых и средних прямоугольников**

**Задание 1.** Вычислить значения определенных интегралов по формулам левых и правых прямоугольников для указанного количества разбиений. Посчитать погрешности вычисленных значений, пользуясь правилом Рунге.

**(Кол-во разбиений ‑ 20)**

**Задание 2.** Вычислить значения определенных интегралов по формулам левых и правых прямоугольников, обеспечив два знака после запятой.



**Задание 3.** Вычислить площадь фигуры, ограниченной линиями. При вычислении определенного интеграла воспользоваться формулой левых и правых прямоугольников для указанного количества разбиений.

 **(Кол-во разбиений ‑ 20)**

**Тема: Численное интегрирование. Формула трапеций**

**Задание 1.** Вычислить значения определенных интегралов по формуле трапеций для указанного количества разбиений. Посчитать погрешности вычисленных значений, пользуясь правилом Рунге.

**(Кол-во разбиений ‑ 20)**

**Задание 2.** Вычислить значения определенных интегралов по формуле трапеций, обеспечив три знака после запятой.



**Задание 3.** Вычислить площадь фигуры, ограниченной линиями. При вычислении определенного интеграла воспользоваться формулой трапеций для указанного количества разбиений.

 **(Кол-во разбиений ‑ 20)**

**Тема: Численное интегрирование. Формула Симпсона**

**Задание 1.** Вычислить значения определенных интегралов по формуле Симпсона для указанного количества разбиений. Посчитать погрешности вычисленных значений, пользуясь правилом Рунге.

**(Кол-во разбиений ‑ 20)**

**Задание 2.** Вычислить значения определенных интегралов по формуле Симпсона, обеспечив два знака после запятой.



**Задание 3.** Вычислить площадь фигуры, ограниченной линиями. При вычислении определенного интеграла воспользоваться формулой Симпсона для указанного количества разбиений.

 **(Кол-во разбиений ‑ 20)**

**Тема: Численное дифференцирование**

**Задание 1.** Используя интерполяционные формулы Ньютона, вычислите значение первой и второй производных при данных значениях аргумента.

|  |  |
| --- | --- |
| **X** | **Y** |
| 2,4 | 3,526 |
| 2,6 | 3,782 |
| 2,8 | 3,945 |
| 3,0 | 4,043 |
| 3,2 | 4,104 |
| 3,4 | 4,155 |
| 3,6 | 4,222 |
| 3,8 | 4,331 |
| 4,0 | 4,507 |
| 4,2 | 4,775 |
| 4,4 | 5,159 |
| 4,6 | 5,683 |

**Значения аргумента:**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **x1** | **x2** | **x3** | **x4** |
| 2,45 | 3,15 | 4,44 | 4 |

**Тема: Отделение корней. Уточнение корней: метод половинного деления**

**Задание 1.** Отделите корни данных уравнений графически и аналитически и уточните их методом половинного деления с точностью до 0,01.

1) x3+2x2+2=0

2) 

**Тема: Отделение корней. Уточнение корней: метод итераций**

**Задание 1.** Отделите корни данных уравнений графически и аналитически и уточните их методом итераций с точностью до 0,001.

1) x3-0,2x2+0,5x-1=0

2) 

**Тема: Отделение корней. Уточнение корней: метод хорд**

**Задание 1.** Отделите корни данных уравнений графически и аналитически и уточните их методом хорд с точностью до 0,001.

1) 

2) 

**Тема: Отделение корней. Уточнение корней: метод касательных**

**Задание 1.** Отделите корни данных алгебраических уравнений графически и аналитически и уточните их методом касательных с точностью до 0,001.

1) 

2) 

**Тема: Отделение корней. Уточнение корней: комбинированный метод орд и касательных**

**Задание 1.** Отделите корни данных уравнений графически и аналитически и уточните их комбинированным методом с точностью до 0,001.

1) 2x3-3x2-12x-5=0

2) 

**Тема: Решение систем линейных уравнений: метод Гаусса и его модификации**

**Задание 1.** Решить системы линейных уравнений методом Гаусса и методом Гаусса с выбором главного элемента.

1) 

2) 

**Тема: Решение систем линейных уравнений: метод Халецкого**

**Задание 1.** Решить системы линейных уравнений методом Халецкого с точностью до 0,001.

1)



2)



**Тема: Решение систем линейных уравнений: метод квадратного корня**

**Задание 1.** Решить системы линейных уравнений методом квадратного корня с точностью до 0,001.

1) 

2) 

**Тема: Решение систем линейных уравнений: метод Зейделя**

**Задание 1.** Решить системы линейных уравнений методом Зейделя с точностью до 0,001. Предварительно оценить необходимое число шагов.

1) 

2) 

**Тема: Решение систем линейных уравнений: метод итераций**

**Задание 1.** Решить системы линейных уравнений методом итераций с точностью до 0,001. Предварительно оценить необходимое число шагов.

1) 

2) 

**Тема: Решение систем нелинейных уравнений: метод Ньютона**

**Задание 1.** Решить систему нелинейных уравнений методом Ньютона с точностью до 0,001.

1) 

2) 

**Тема: Решение систем нелинейных уравнений: метод итераций**

**Задание 1.** Решить систему нелинейных уравнений методом итераций с точностью до 0,001.

1) 

2) 

**Тема: Численное решение дифференциальных уравнений: метод Эйлера и его модификации**

**Задание 1.** Решить данные дифференциальные уравнения методом Эйлера, усовершенствованным методом Эйлера, усовершенствованным методом Эйлера-Коши. Оценить погрешность найденного решения.

1) , y0(1,8)=2,6; x∈[1,8;2,8].

2) , y0(1,6)=4,6; x∈[1,6;2,6].

**Тема: Численное решение дифференциальных уравнений: метод Рунге-Кутта**

**Задание 1.** Решить данные дифференциальные уравнения методом Рунге-Кутта. Оценить погрешность найденного решения.

1) , y0(1,8)=2,6; x∈[1,8;2,8].

2) , y0(1,6)=4,6; x∈[1,6;2,6].

**Контрольная работа №1**

**Тема №1 «Теория погрешностей»**

**Вариант №1**

**1.** Выполнить последовательные округления следующих чисел:

а) 2,75464; б) 63,745.

**2.**Округляя следующие числа до трех значащих цифр, определить абсолютную  и относительную (в процентах) погрешности полученных приближений: а) 1,1426; б) 31,456.

**3.**Определить абсолютную погрешность следующих приближенных чисел по их относительной погрешности : а) x = 2,52; = 0,7%; б) x=8,24163; 

**4.**Определить количество верных значащих цифр в узком и широком смысле для следующих приближенных чисел; а) 39,285 ± 0,034; б) .

**5.**Определить, какое из равенств точнее: а) 6/25  1/4 или 1/3  0,333;   
б)  или .

**Указание.** Предварительно найти предельные относительные погрешности. Более точным является то равенство, предельная относительная погрешность которого меньше.

**6.**Округлить сомнительные цифры числа ,. оставив в нем верные знаки в узком смысле.

**7.**Округлить сомнительные цифры приближенного числа 45,7832; , оставив в нем верные знаки в широком смысле.

**8.**Найти предельные абсолютные и относительные погрешности приближенных чисел, если они имеют только верные цифры: а) 3,425 (в узком смысле); б) 7,38 (в широком смысле).

**9.**Со сколькими верными значащими цифрами надо взять результат ука­чанной ниже операции, чтобы ее предельная относительная погрешность не превышала k%?

a=1/3, =0,1%.

**10.**Вычислить следующие выражения с оценкой погрешностей. В ответе сохранить все верные цифры и одну сомнительную. Все числа даны с верными цифрами.

a) ;

б) *f*=;

*Q*=17,3±0,03;

*e*=5,73±0,01;

*E*=0,956±0,004;

в) *Q*=;

*n*=4,5681±0,0001;

*x*=6,3±0,02;

*y*=0,42±0,03.

**11.** Пользуясь правилами подсчета цифр, вычислить:

; *α*=3,28, *β*=0,0545, *a*=341,17, *b*=52,34.

**Вариант №2**

**1.**Выполнить последовательные округления следующих чисел:

а) 3,14159; б) 3,4453.

**2.**Округляя следующие числа до трех значащих цифр, определить абсолютную  и относительную (в процентах) погрешности полученных приближений: а) 0,01015; б) 17,428.

**3.**Определить абсолютную погрешность следующих приближенных чисел по их относительной погрешности : а) *х =* 0,986; = 10%; б) x=10,8441; .

**4.**Определить количество верных значащих цифр в узком и широком смысле для следующих приближенных чисел; а) 1,2785 ± 0,0007;   
б) .

**5.**Определить, какое из равенств точнее: а) 1/9  0,1 или 1/3  0,33;   
б)  или .

Указание. Предварительно найти предельные относительные погреш­ности. Более точным является то равенство, предельная относительная погреш­ность которого меньше.

**6.**Округлить сомнительные цифры числа , оставив в нем верные знаки в широком смысле.

**7.** Округлить сомнительные цифры приближенного числа 23,7564; , оставив в нем верные знаки в широком смысле.

**8.**Найти предельные абсолютные и относительные погрешности приближен­ных чисел, если они имеют только верные цифры: а) 3,75 (в узком смыс­ле); б) 6,8343 (в широком смысле).

**9*.***Со сколькими верными значащими цифрами надо взять результат ука­чанной ниже операции, чтобы ее предельная относительная погрешность не превышала k%?

*а*=; =0,1%.

**10.**Вычислить следующие выражения с оценкой погрешностей. В ответе сохранить все верные цифры и одну сомнительную. Все числа даны с верными цифрами.

a) ;

б) X=;

*c*=0,6384±0,0002;

*d*=32,7±0,04;

*b*=4,88±0,03;

в) Y=;

*a*=11,45±0,01;

*b*=4,431±0,002;

*m*=0,75±0,003;

*n*=16,7±0,05.

**11.**Пользуясь правилами подсчета цифр, вычислить:

 *p*=(*a*+*b*+*c*)/2, *a*=2,48, *b*=5,344, *c*=6,0218.

**Вариант №3**

**1.**Выполнить последовательные округления следующих чисел:

а) 0,56453; б) 2,3445.

**2.**Округляя следующие числа до трех значащих цифр, определить абсолют­ную  и относительную (в процентах) погрешности полученных приближений: а) 0,1245; б) 8,235.

**3.**Определить абсолютную погрешность следующих приближенных чисел по их относительной погрешности : а) *х=* 46,72; = 1%; б) x=34,834; .

**4.**Определить количество верных значащих цифр в узком и широком смысле для следующих приближенных чисел; а) 183,3 ±0,1; б) .

**5.**Определить, какое из равенств точнее: а) 15/7  2,14 или 1/9  0,11;   
б)  или .

Указание. Предварительно найти предельные относительные погреш­ности. Более точным является то равенство, предельная относительная погреш­ность которого меньше.

**6.**Округлить сомнительные цифры числа , оставив в нем верные знаки в узком смысле.

**7.**Округлить сомнительные цифры приближенного числа 0,088748; , оставив в нем верные знаки в широком смысле.

**8.**Найти предельные абсолютные и относительные погрешности приближен­ных чисел, если они имеют только верные цифры: а) 3,643 (в узком смыс­ле); б) 72,385 (в широком смысле).

**9.**Со сколькими верными значащими цифрами надо взять результат ука­чанной ниже операции, чтобы ее предельная относительная погрешность не превышала k%?

a =5/27, =0,l%.

**10.**Вычислить следующие выражения с оценкой погрешностей. В ответе сохранить все верные цифры и одну сомнительную. Все числа даны с верными цифрами.

а) ;

б) *Y*=;

*m*=3,804±0,003;

*n*=4,05±0,003;

*c*=0,318±0,0002;

в) *X*=

*a*=4,218±0,001;

*b*=1,57±0,006;

*m*=2,32±0,02;

*c*=2,418±0,004;

*d*=1,8±0,01.

**11.** Пользуясь правилами подсчета цифр, вычислить:

, *h*=45, *D*=48,3, *d*=32,14.

**Вариант №4**

**1.** Выполнить последовательные округления следующих чисел:

а) 4,1945; б) 3,751 .

**2.**Округляя следующие числа до трех значащих цифр, определить абсолютную  и относительную (в процентах) погрешности полученных приближений: а) 921,55; б) 16,342.

**3.**Определить абсолютную погрешность следующих приближенных чисел по их относительной погрешности : а) *х=* 199,1;  = 0,01; б) x=17,2834; 

**4.**Определить количество верных значащих цифр в узком и широком смысле для следующих приближенных чисел; а) 0,056 ± 0,0003; б) .

**5.**Определить, какое из равенств точнее: а) 6/7  0,86 или  22/7; б)  или .

Указание. Предварительно найти предельные относительные погреш­ности. Более точным является то равенство, предельная относительная погреш­ность которого меньше.

**6.**Округлить сомнительные цифры числа , оставив в нем верные знаки в широком смысле.

**7.**Округлить сомнительные цифры приближенного числа 3,87683; , оставив в нем верные знаки в широком смысле.

**8.**Найти предельные абсолютные и относительные погрешности приближен­ных чисел, если они имеют только верные цифры: а) 26,3 (в узком смыс­ле); б) 4,8556 (в широком смысле).

**9*.***Со сколькими верными значащими цифрами надо взять результат ука­чанной ниже операции, чтобы ее предельная относительная погрешность не превышала k%?

a= ,=0,1%.

**10.**Вычислить следующие выражения с оценкой погрешностей. В ответе сохранить все верные цифры и одну сомнительную. Все числа даны с верными цифрами.

а) ;

б) *V*=;

=3,14;

*D*=31±0,01;

*d*=7,345±0,001;

в) *S*=;

=3,14;

*D*=52,6±0,01;

*d*=48,39±0,001.

**11.**Пользуясь правилами подсчета цифр, вычислить:

, *c*=4,539, =0,34, =5,93.

**Вариант №5**

**1.**Выполнить последовательные округления следующих чисел:

а) 0,60653; б) 0,537.

**2.**Округляя следующие числа до трех значащих цифр, определить абсолютную  и относительную (в процентах) погрешности полученных приближений: а) 0,002462; б) 13,752.

**3.**Определить абсолютную погрешность следующих приближенных чисел по их относительной погрешности : а) *х* =0,86341; = 0,0004; б) x=2,8546; 

**4.**Определить количество верных значащих цифр в узком и широком смысле для следующих приближенных чисел; а) 84,17 ± 0,0073; б) .

**5.**Определить, какое из равенств точнее: а)  3,142 или   3,1623; б)  или .

Указание. Предварительно найти предельные относительные погреш­ности. Более точным является то равенство, предельная относительная погреш­ность которого меньше.

**6.**Округлить сомнительные цифры числа , оставив в нем верные знаки в узком смысле.

**7.**Округлить сомнительные цифры приближенного числа 23,3748; , оставив в нем верные знаки в широком смысле.

**8.**Найти предельные абсолютные и относительные погрешности приближен­ных чисел, если они имеют только верные цифры: а) 43,813 (в узком смыс­ле); б) 0,645 (в широком смысле).

**9*.***Со сколькими верными значащими цифрами надо взять результат ука­чанной ниже операции, чтобы ее предельная относительная погрешность не превышала k%?

a=, =0,1%.

**10.** Вычислить следующие выражения с оценкой погрешностей. В ответе сохранить все верные цифры и одну сомнительную. Все числа даны с верными цифрами.

a) ;

б) *X*=;

*a*=0,2731±0,0003;

*b*=5,12±0,02;

*c*=0,374±0,0001;

в) *X*=;

*a*=31,456±0,002;

*b*=7,3±0,01;

*c*=33,28±0,003;

*d*=6,71±0,001;

*m*=5,8±0,02.

**11.**Пользуясь правилами подсчета цифр, вычислить:

, a=5,441; h=6,17.

**Контрольная работа №2**

**Тема №2 «Интерполирование и экстраполирование»**

**Вариант №1**

**1.**Функция y=f(x) задана таблично:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| x | 1,522 | 1,523 | 1,524 |
| y | 20,477 | 20,906 | 21,354 |

Определить ее значение в точке x=1,5228 с помощью первой интерполяционной формулы Ньютона.

**2.**Функция y=f(x) задана таблично:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| x | 1,529 | 1,530 | 1,531 |
| y | 23,911 | 24,498 | 25,115 |

Определить ее значение в точке x=1,5303 с помощью второй интерполяционной формулы Ньютона.

**3.**Функция y=f(x) задана таблично:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| x | -2 | -1 | 2 | 3 |
| y | -12 | -8 | 3 | 5 |

Построить интерполяционный многочлен Лагранжа.

**4.** Составить таблицу конечных разностей для функции, заданной таблично:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| x | -2 | -1 | 0 | 1 | 2 | 3 |
| y | 10 | 5 | 1 | -15 | -50 | -100 |

**5.**Составить таблицу разделенных разностей для функции, заданной таблично:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| x | -3 | 1 | 0 | 2 | 3 |
| y | -15 | -7 | 1 | 25 | 47 |

**Вариант №2**

**1.**Функция y=f(x) задана таблично:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| x | 1,522 | 1,523 | 1,524 |
| y | 20,477 | 20,906 | 21,354 |

Определить ее значение в точке x=1,5223 с помощью первой интерполяционной формулы Ньютона.

**2.**Функция y=f(x) задана таблично:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| x | 1,529 | 1,530 | 1,531 |
| y | 23,911 | 24,498 | 25,115 |

Определить ее значение в точке x=1,5313 с помощью второй интерполяционной формулы Ньютона.

**3.**Функция y=f(x) задана таблично:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| x | -2 | -1 | 0 | 1 |
| y | -9 | -8 | -4 | -2 |

Построить интерполяционный многочлен Лагранжа.

**4.** Составить таблицу конечных разностей для функции, заданной таблично:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| x | -2 | -1 | 0 | 1 | 2 | 3 |
| y | -15 | -10 | -5 | 0 | 5 | 10 |

**5.**Составить таблицу разделенных разностей для функции, заданной таблично:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| x | -2 | -1 | 0 | 1 | 2 |
| y | -15 | -7 | 1 | 9 | 16 |

**Вариант №3**

**1.**Функция y=f(x) задана таблично:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| x | 1,522 | 1,523 | 1,524 |
| y | 20,477 | 20,906 | 21,354 |

Определить ее значение в точке x=1,5225 с помощью первой интерполяционной формулы Ньютона.

**2.**Функция y=f(x) задана таблично:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| x | 1,529 | 1,530 | 1,531 |
| y | 23,911 | 24,498 | 25,115 |

Определить ее значение в точке x=1,5323 с помощью второй интерполяционной формулы Ньютона.

**3.**Функция y=f(x) задана таблично:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| x | -6 | -3 | 0 | 3 |
| y | -12 | -6 | -1 | 7 |

Построить интерполяционный многочлен Лагранжа.

**4.** Составить таблицу конечных разностей для функции, заданной таблично:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| x | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | 11 |
| y | 10 | 5 | 1 | -15 | -50 | -100 |

**5.**Составить таблицу разделенных разностей для функции, заданной таблично:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| x | -5 | -4 | -3 | -2 | -1 |
| y | 15 | 25 | 30 | 35 | 40 |

**Вариант №4**

**1.**Функция y=f(x) задана таблично:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| x | 1,522 | 1,523 | 1,524 |
| y | 20,477 | 20,906 | 21,354 |

Определить ее значение в точке x=1,5221 с помощью первой интерполяционной формулы Ньютона.

**2.**Функция y=f(x) задана таблично:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| x | 1,529 | 1,530 | 1,531 |
| y | 23,911 | 24,498 | 25,115 |

Определить ее значение в точке x=1,5241 с помощью второй интерполяционной формулы Ньютона.

**3.**Функция y=f(x) задана таблично:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| x | 7 | 9 | 11 | 13 |
| y | -1 | 0 | 6 | 10 |

Построить интерполяционный многочлен Лагранжа.

**4.** Составить таблицу конечных разностей для функции, заданной таблично:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| x | -7 | -5 | -3 | -1 | 2 | 4 |
| y | 1 | 5 | -1 | -7 | -13 | -10 |

**5.**Составить таблицу разделенных разностей для функции, заданной таблично:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| x | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 |
| y | -25 | -15 | -7 | 5 | 13 |

**Вариант №5**

**1.**Функция y=f(x) задана таблично:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| x | 1,522 | 1,523 | 1,524 |
| y | 20,477 | 20,906 | 21,354 |

Определить ее значение в точке x=1,5219 с помощью первой интерполяционной формулы Ньютона.

**2.**Функция y=f(x) задана таблично:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| x | 1,529 | 1,530 | 1,531 |
| y | 23,911 | 24,498 | 25,115 |

Определить ее значение в точке x=1,5323 с помощью второй интерполяционной формулы Ньютона.

**3.**Функция y=f(x) задана таблично:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| x | 3 | 13 | 23 | 30 |
| y | -1 | 0 | 3 | 5 |

Построить интерполяционный многочлен Лагранжа.

**4.** Составить таблицу конечных разностей для функции, заданной таблично:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| x | -2 | -1 | 0 | 1 | 2 | 3 |
| y | -100 | -85 | -50 | 15 | 50 | 100 |

**5.**Составить таблицу разделенных разностей для функции, заданной таблично:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| x | -10 | 1 | 0 | 2 | 10 |
| y | -25 | -15 | 1 | 25 | 50 |

**Вариант №6**

**1.**Функция y=f(x) задана таблично:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| X | 1,522 | 1,523 | 1,524 |
| Y | 20,477 | 20,906 | 21,354 |

Определить ее значение в точке x=1,5216 с помощью первой интерполяционной формулы Ньютона.

**2.**Функция y=f(x) задана таблично:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| x | 1,529 | 1,530 | 1,531 |
| y | 23,911 | 24,498 | 25,115 |

Определить ее значение в точке x=1,5353 с помощью второй интерполяционной формулы Ньютона.

**3.**Функция y=f(x) задана таблично:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| x | -3 | -2 | -1 | 0 |
| y | 12 | 8 | -3 | -5 |

Построить интерполяционный многочлен Лагранжа.

**4.** Составить таблицу конечных разностей для функции, заданной таблично:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| x | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| y | 10 | 15 | 20 | -15 | -25 | -35 |

**5.**Составить таблицу разделенных разностей для функции, заданной таблично:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| x | -5 | 0 | 5 | 10 | 15 |
| y | 15 | 10 | 100 | 65 | 55 |

**Вариант №7**

**1.**Функция y=f(x) задана таблично:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| X | 1,522 | 1,523 | 1,524 |
| Y | 20,477 | 20,906 | 21,354 |

Определить ее значение в точке x=1,5215 с помощью первой интерполяционной формулы Ньютона.

**2.**Функция y=f(x) задана таблично:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| x | 1,529 | 1,530 | 1,531 |
| y | 23,911 | 24,498 | 25,115 |

Определить ее значение в точке x=1,5305 с помощью второй интерполяционной формулы Ньютона.

**3.**Функция y=f(x) задана таблично:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| x | 0 | 1 | 2 | 12 |
| y | 6 | 8 | 10 | 12 |

Построить интерполяционный многочлен Лагранжа.

**4.** Составить таблицу конечных разностей для функции, заданной таблично:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| x | 3 | 6 | 9 | 12 | 15 | 18 |
| y | -7 | 0 | 7 | 14 | 21 | 28 |

**5.**Составить таблицу разделенных разностей для функции, заданной таблично:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| x | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 |
| y | -9 | -13 | -15 | -7 | -9 |

**Вариант №8**

**1.**Функция y=f(x) задана таблично:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| x | 1,522 | 1,523 | 1,524 |
| y | 20,477 | 20,906 | 21,354 |

Определить ее значение в точке x=1,5212 с помощью первой интерполяционной формулы Ньютона.

**2.**Функция y=f(x) задана таблично:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| x | 1,529 | 1,530 | 1,531 |
| y | 23,911 | 24,498 | 25,115 |

Определить ее значение в точке x=1,5302 с помощью второй интерполяционной формулы Ньютона.

**3.**Функция y=f(x) задана таблично:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| x | -7 | 0 | 8 | 10 |
| y | 12 | 8 | 3 | 5 |

Построить интерполяционный многочлен Лагранжа.

**4.** Составить таблицу конечных разностей для функции, заданной таблично:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| x | 7 | 9 | 13 | 17 | 20 | 23 |
| y | 1 | 9 | 11 | 15 | 25 | 37 |

**5.**Составить таблицу разделенных разностей для функции, заданной таблично:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| x | 3 | 4 | 14 | 17 | 20 |
| y | 1 | 7 | 11 | 25 | 40 |

**Вариант №9**

**1.**Функция y=f(x) задана таблично:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| x | 1,522 | 1,523 | 1,524 |
| y | 20,477 | 20,906 | 21,354 |

Определить ее значение в точке x=1,5211 с помощью первой интерполяционной формулы Ньютона.

**2.**Функция y=f(x) задана таблично:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| x | 1,529 | 1,530 | 1,531 |
| y | 23,911 | 24,498 | 25,115 |

Определить ее значение в точке x=1,5309 с помощью второй интерполяционной формулы Ньютона.

**3.**Функция y=f(x) задана таблично:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| x | 5 | 7 | 9 | 11 |
| y | 12 | 28 | 14 | 11 |

Построить интерполяционный многочлен Лагранжа.

**4.** Составить таблицу конечных разностей для функции, заданной таблично:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| x | -7 | -4 | 0 | 5 | 7 | 9 |
| y | 3 | 4 | -6 | -15 | -19 | -24 |

**5.**Составить таблицу разделенных разностей для функции, заданной таблично:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| x | 1 | 7 | 9 | 11 | 13 |
| y | -1 | 0 | 4 | 2 | 6 |

**Вариант №10**

**1.**Функция y=f(x) задана таблично:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| x | 1,522 | 1,523 | 1,524 |
| y | 20,477 | 20,906 | 21,354 |

Определить ее значение в точке x=1,5214 с помощью первой интерполяционной формулы Ньютона.

**2.**Функция y=f(x) задана таблично:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| x | 1,529 | 1,530 | 1,531 |
| y | 23,911 | 24,498 | 25,115 |

Определить ее значение в точке x=1,5403 с помощью второй интерполяционной формулы Ньютона.

**3.**Функция y=f(x) задана таблично:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| x | -2 | -1 | 2 | 3 |
| y | 12 | 8 | -4 | -9 |

Построить интерполяционный многочлен Лагранжа.

**4.** Составить таблицу конечных разностей для функции, заданной таблично:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| x | -6 | -4 | -2 | -1 | 0 | 1 |
| y | -10 | -5 | -1 | 15 | 5 | 3 |

**5.**Составить таблицу разделенных разностей для функции, заданной таблично:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| x | -5 | 1 | 0 | 4 | 6 |
| y | -5 | -4 | 1 | 5 | 7 |

## Контрольная работа №3

**Тема №3 «Численное интегрирование и дифференцирование»**

# Вариант №1

**1.** Вычислить интеграл по формуле трапеций, обеспечив два верных знака после запятой:



**2.** Вычислить интеграл по формуле левых и правых прямоугольников при n=26. Оценить остаточный член.



# Вариант №2

**1.** Вычислить интеграл по формуле трапеций, обеспечив два верных знака после запятой:



**2.** Вычислить интеграл по формуле левых и правых прямоугольников при n=20. Оценить остаточный член.



# Вариант №3

**1.** Вычислить интеграл по формуле трапеций, обеспечив два верных знака после запятой:



**2.** Вычислить интеграл по формуле левых и правых прямоугольников при n=21. Оценить остаточный член.



# Вариант №4

**1.** Вычислить интеграл по формуле трапеций, обеспечив два верных знака после запятой:



**2.** Вычислить интеграл по формуле левых и правых прямоугольников при n=19. Оценить остаточный член.



# Вариант №5

**1.** Вычислить интеграл по формуле трапеций, обеспечив два верных знака после запятой:



**2.** Вычислить интеграл по формуле левых и правых прямоугольников при n=25. Оценить остаточный член.



# Вариант №6

**1.** Вычислить интеграл по формуле трапеций, обеспечив два верных знака после запятой:



**2.** Вычислить интеграл по формуле левых и правых прямоугольников при n=16. Оценить остаточный член.



# Вариант №7

**1.** Вычислить интеграл по формуле трапеций, обеспечив два верных знака после запятой:



**2.** Вычислить интеграл по формуле левых и правых прямоугольников при n=26. Оценить остаточный член.



# Вариант №8

**1.** Вычислить интеграл по формуле трапеций, обеспечив два верных знака после запятой:



**2.** Вычислить интеграл по формуле левых и правых прямоугольников при n=28. Оценить остаточный член.



# Вариант №9

**1.** Вычислить интеграл по формуле трапеций, обеспечив два верных знака после запятой:



**2.** Вычислить интеграл по формуле левых и правых прямоугольников при n=30. Оценить остаточный член.



# Вариант №10

**1.** Вычислить интеграл по формуле трапеций, обеспечив два верных знака после запятой:



**2.** Вычислить интеграл по формуле левых и правых прямоугольников при n=19. Оценить остаточный член.



# Вариант №11

**1.** Вычислить интеграл по формуле трапеций, обеспечив два верных знака после запятой:



**2.** Вычислить интеграл по формуле левых и правых прямоугольников при n=21. Оценить остаточный член.



# Вариант №12

**1.** Вычислить интеграл по формуле трапеций, обеспечив два верных знака после запятой:



**2.** Вычислить интеграл по формуле левых и правых прямоугольников при n=22. Оценить остаточный член.



# Вариант №13

**1.** Вычислить интеграл по формуле трапеций, обеспечив два верных знака после запятой:



**2.** Вычислить интеграл по формуле левых и правых прямоугольников при n=24. Оценить остаточный член.

# 

# Вариант №14

**1.** Вычислить интеграл по формуле трапеций, обеспечив два верных знака после запятой:



**2.** Вычислить интеграл по формуле левых и правых прямоугольников при n=26. Оценить остаточный член.



# Вариант №15

**1.** Вычислить интеграл по формуле трапеций, обеспечив два верных знака после запятой:



**2.** Вычислить интеграл по формуле левых и правых прямоугольников при n=25. Оценить остаточный член.



# Вариант №16

**1.** Вычислить интеграл по формуле трапеций, обеспечив два верных знака после запятой:



**2.** Вычислить интеграл по формуле левых и правых прямоугольников при n=28. Оценить остаточный член.



**Контрольная работа №4**

**Тема №4 «Методы решения нелинейных уравнений»**

**Вариант№1**

**1.** Отделите корни графически и уточните их до 0,001 методом половинного деления:

(x-3)cos(x)=1, -2π≤x≤2π.

**2.** Методом касательных с точностью до 0,001 найдите корни уравнения

x3-6x2+9x-3=0.

**3.** Комбинированным методом хорд и касательных с точностью до 0,001 найдите корни уравнения

x3-2x2-3=0.

**4.** Отделите корни графически и уточните их методом хорд с точностью до 0,001:

x2+4sin(x)=0.

**5.** Методом итераций с точностью до 0,001 найдите корни уравнения:

.

**Вариант№2**

**1.** Отделите корни графически и уточните их до 0,001 методом половинного деления:

(x-1)2lg(x+11)=1.

**2.** Методом касательных с точностью до 0,001 найдите корни уравнения

x3-3x2+5x-4=0.

**3.** Комбинированным методом хорд и касательных с точностью до 0,001 найдите корни уравнения

x3-9x-3=0.

**4.** Отделите корни графически и уточните их методом хорд с точностью до 0,001:

ctg(1,05x)-x2=0.

**5.** Методом итераций с точностью до 0,001 найдите корни уравнения:

lg(1+2x)=2-x.

**Вариант№3**

**1.** Отделите корни графически и уточните их до 0,001 методом половинного деления:

5sin(x)=x.

**2.** Методом касательных с точностью до 0,001 найдите корни уравнения

2x3-4x2+6x-9=0.

**3.** Комбинированным методом хорд и касательных с точностью до 0,001 найдите корни уравнения

x3+4x2-1=0.

**4.** Отделите корни графически и уточните их методом хорд с точностью до 0,001:

3x-cos(x)-1=0.

**5.** Методом итераций с точностью до 0,001 найдите корни уравнения:

lg(2+x)+2x=3.

**Вариант№4**

**1.** Отделите корни графически и уточните их до 0,001 методом половинного деления:

tg(x)=x.

**2.** Методом касательных с точностью до 0,001 найдите корни уравнения

-3x3+4x2-12x+1=0.

**3.** Комбинированным методом хорд и касательных с точностью до 0,001 найдите корни уравнения

x3-8x+4=0.

**4.** Отделите корни графически и уточните их методом хорд с точностью до 0,001:

x+lg(x)=0,5.

**5.** Методом итераций с точностью до 0,001 найдите корни уравнения:

2x+cos(x)=0,5.

**Вариант№5**

**1.** Отделите корни графически и уточните их до 0,001 методом половинного деления:

x2cos(2x)=-1.

**2.** Методом касательных с точностью до 0,001 найдите корни уравнения

-x3+6x2-3x+2=0.

**3.** Комбинированным методом хорд и касательных с точностью до 0,001 найдите корни уравнения

x3+x2-9=0.

**4.** Отделите корни графически и уточните их методом хорд с точностью до 0,001:

1,8x2-sin10x=0.

**5.** Методом итераций с точностью до 0,001 найдите корни уравнения:

3x-ex=0.

**Вариант№6**

**1.** Отделите корни графически и уточните их до 0,001 методом половинного деления:

xlg(x+1)=1.

**2.** Методом касательных с точностью до 0,001 найдите корни уравнения

7x3-x2+4x-6=0.

**3.** Комбинированным методом хорд и касательных с точностью до 0,001 найдите корни уравнения

x3-5x+12=0.

**4.** Отделите корни графически и уточните их методом хорд с точностью до 0,001:

tg(0,36x+0,4)=x2.

**5.** Методом итераций с точностью до 0,001 найдите корни уравнения:

x(x+1)2=1.

**Вариант№7**

**1.** Отделите корни графически и уточните их до 0,001 методом половинного деления:

x2-20sin(x)=0.

**2.** Методом касательных с точностью до 0,001 найдите корни уравнения

4x3+8x2-19x+3=0.

**3.** Комбинированным методом хорд и касательных с точностью до 0,001 найдите корни уравнения

6x3-x2+4=0.

**4.** Отделите корни графически и уточните их методом хорд с точностью до 0,001:

xlg(x)-1,2=0.

**5.** Методом итераций с точностью до 0,001 найдите корни уравнения:

x2=sin(x).

**Вариант№8**

**1.** Отделите корни графически и уточните их до 0,001 методом половинного деления:

(x-2)2lg(x+11)=1.

**2.** Методом касательных с точностью до 0,001 найдите корни уравнения

x3+x2+8x-3=0.

**3.** Комбинированным методом хорд и касательных с точностью до 0,001 найдите корни уравнения

-x3+3x-2=0.

**4.** Отделите корни графически и уточните их методом хорд с точностью до 0,001 :

3x-cos(x)-1=0.

**5.** Методом итераций с точностью до 0,001 найдите корни уравнения:

5x-8lnx=8.

**Вариант№9**

**1.** Отделите корни графически и уточните их до 0,001 методом половинного деления:

cos(x+0,3)=x2.

**2.** Методом касательных с точностью до 0,001 найдите корни уравнения

-x3-x2+2x+2=0.

**3.** Комбинированным методом хорд и касательных с точностью до 0,001 найдите корни уравнения

-4x3+x2-16=0.

**4.** Отделите корни графически и уточните их методом хорд с точностью до 0,001:

2x-lg(x)-7=0.

**5.** Методом итераций с точностью до 0,001 найдите корни уравнения:

x2+4sin(x)=0.

**Вариант№10**

**1.** Отделите корни графически и уточните их до 0,001 методом половинного деления:

sin(x-0,5)-x-0,5=0.

**2.** Методом касательных с точностью до 0,001 найдите корни уравнения

x3+6x2-9x+3=0.

**3.** Комбинированным методом хорд и касательных с точностью до 0,001 найдите корни уравнения

x3-x-3=0.

**4.** Отделите корни графически и уточните их методом хорд с точностью до 0,001:

x-sin(x)=0,25.

**5.** Методом итераций с точностью до 0,001 найдите корни уравнения:

(2-x)ex=0.

**Контрольная работа №5**

**Тема №5 «Методы решения систем линейных уравнений»**

**Вариант №1**

**1.** Следующие системы линейных уравнений решить методом Гаусса с выбором главного элемента.

а) 

б) 

**2.** Решите следующие системы линейных уравнений с точностью до 0,01 методом последовательных приближений, предварительно определив необходимое количество шагов.

а) 

б) 

**3.** Системы линейных уравнений из 2 решить методом Зейделя, предварительно определив необходимое количество шагов.

**Вариант №2**

**1.** Следующие системы линейных уравнений решить методом Гаусса с выбором главного элемента.

а) 

б) 

**2.** Решите следующие системы линейных уравнений с точностью до 0,01 методом последовательных приближений, предварительно определив необходимое количество шагов.

а) 

б) 

**3.** Системы линейных уравнений из 2 решить методом Зейделя, предварительно определив необходимое количество шагов.

**Вариант №3**

**1.** Следующие системы линейных уравнений решить методом Гаусса с выбором главного элемента.

а) 

б) 

**2.** Решите следующие системы линейных уравнений с точностью до 0,01 методом последовательных приближений, предварительно определив необходимое количество шагов.

а) 

б) 

**3.** Системы линейных уравнений из 2 решить методом Зейделя, предварительно определив необходимое количество шагов.

**Вариант №4**

**1.** Следующие системы линейных уравнений решить методом Гаусса с выбором главного элемента.

а) 

б) 

**2.** Решите следующие системы линейных уравнений с точностью до 0,01 методом последовательных приближений, предварительно определив необходимое количество шагов.

а) 

б) 

**3.** Системы линейных уравнений из 2 решить методом Зейделя, предварительно определив необходимое количество шагов.

**Вариант №5**

**1.** Следующие системы линейных уравнений решить методом Гаусса с выбором главного элемента.

а) 

б) 

**2.** Решите следующие системы линейных уравнений с точностью до 0,01 методом последовательных приближений, предварительно определив необходимое количество шагов.

а) 

б) 

**3.** Системы линейных уравнений из 2 решить методом Зейделя, предварительно определив необходимое количество шагов.

**7. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование | Авторы | Место издания | Год издания | Наличие | |
| печатные издания | ЭБС (адрес в сети Интернет) |
| 1. | Численные методы: учебник и практикум для вузов | Пирумов У.Г. | М.: Издательство Юрайт | 2022 |  | <https://urait.ru/bcode/488879> |
| 2. | Численные методы: учебное пособие для вузов | Зенков А.В. | М.: Издательство Юрайт | 2022 |  | <https://urait.ru/bcode/491582> |
| 3. | Численные методы: учебное пособие для вузов | Гателюк О.В., Исмаилов Ш.К., Манюкова Н.В. | М.: Издательство Юрайт | 2022 |  | <https://urait.ru/bcode/491796> |
| 4. | Численные методы. Основы научных вычислений: учебник и практикум для вузов | Зализняк В.Е. | М.: Издательство Юрайт | 2022 |  | <https://urait.ru/bcode/468584> |
| 5. | Численные методы в 2 ч. Ч. 1: учебное пособие для вузов | Пименов В.Г. | М.: Издательство Юрайт | 2022 |  | <https://urait.ru/bcode/492872> |
| 6. | Численные методы в 2 ч. Ч. 2 : учебное пособие для вузов | Пименов В.Г. | М.: Издательство Юрайт | 2022 |  | <https://urait.ru/bcode/492873> |
| 7. | Численные методы оптимизации: учебник и практикум | Сухарев А.Г., Тимохов А.В., Федоров В. В. | М.: Издательство Юрайт | 2022 |  | <https://urait.ru/bcode/487195> |

**8. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:**

1. «НЭБ». Национальная электронная библиотека. – Режим доступа: [http://нэб.рф/](http://www.biblioclub.ru/)

2. «eLibrary». Научная электронная библиотека. – Режим доступа: [https://elibrary.ru](https://elibrary.ru/)

3. «КиберЛенинка». Научная электронная библиотека. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/>

4. ЭБС «Университетская библиотека онлайн». – Режим доступа: [http://www.biblioclub.ru/](http://www.knigafund.ru/)

5. Российская государственная библиотека. – Режим доступа: <http://www.rsl.ru/>

**9. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ:**

В ходе осуществления образовательного процесса используются следующие информационные технологии:

- средства визуального отображения и представления информации (LibreOffice) для создания визуальных презентаций как преподавателем (при проведении занятий) так и обучаемым при подготовке докладов для семинарского занятия.

- средства телекоммуникационного общения (электронная почта и т.п.) преподавателя и обучаемого.

- использование обучаемым возможностей информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» при осуществлении самостоятельной работы.

**9.1. Требования к программному обеспечению учебного процесса**

Для успешного освоения дисциплины, обучающийся использует следующие программные средства:

* Windows 10 x64
* MicrosoftOffice 2016
* LibreOffice
* Firefox
* GIMP

**9.2. Информационно-справочные системы (при необходимости):**

Не используются

**10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для проведения занятий лекционного типа предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий.

Для изучения дисциплины используется следующее оборудование: аудитория, укомплектованная мебелью для обучающихся и преподавателя, доской, ПК с выходом в интернет, мультимедийным проектором и экраном.

Для самостоятельной работы обучающихся используется аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами (ПК с выходом в интернет и обеспечением доступа в электронно-информационно-образовательную среду организации).