


МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ С.А. ЕСЕНИНА»

Утверждаю:  
Декан физико-математического  
факультета  
  
\_\_\_\_\_ Н.Б. Федорова  
«24» апреля 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ**

Уровень основной профессиональной образовательной программы:  
**бакалавриат**

Направление подготовки: **01.03.01 Математика**

Направленность (профиль) подготовки: **Преподавание математики  
и информатики**

Форма обучения: **очная**

Сроки освоения ОПОП: **нормативный срок освоения 4 года**

Факультет (институт): **физико-математический**

Кафедра: **информатики и вычислительной техники**

Рязань, 2020

## ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

### 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины «**Численные методы**» являются формирование у обучающихся общепрофессиональных и профессиональных компетенций в процессе изучения основных современных вычислительных методов решения задач на компьютерах.

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП БАКАЛАВРИАТА

2.1. Дисциплина **Б1.Б.5. «Численные методы»** относится к базовой части Блока 1.

2.2. Для изучения данной дисциплины необходимы следующие предшествующие дисциплины:

- Алгебра
- Математический анализ:
- Технология программирования и работа на ЭВМ:

2.3. Перечень последующих дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной дисциплиной:

- Теория и методика обучения информатике

## 2.4. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

Изучение данной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих общепрофессиональных (ОПК) и профессиональных (ПК) компетенций:

| № | Индекс компетенции | Содержание компетенции   | В результате изучения «Численные методы» обучающиеся должны:   |   |  |
|---|--------------------|--|--|---|--|
|   |                    |  | Знать  | Уметь   | Владеть  |
| 1 | ОПК-1              | готовностью использовать фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа, алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений, дискретной математики и математической логики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики в будущей профессиональной деятельности. | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. основные понятия теории вероятностей</li> <li>2. формулировки основных аксиом и теорем</li> <li>3. методы решения задач</li> </ol>     | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. работать с компьютером в качестве пользователя</li> <li>2. приобретать новые знания</li> <li>3. использовать фундаментальные знания в области комплексного анализа в профессиональной деятельности</li> <li>4. использовать современные информационные технологии.</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. навыками получения информации из Интернета</li> <li>2. грамотного оформления, курсовых и дипломных работ</li> <li>3. грамотного оформления научных статей</li> </ol> |
| 2 | ОПК-2              | способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. основные понятия математического анализа</li> <li>2. формулировки основных аксиом и теорем</li> <li>3. методы решения задач</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. работать с компьютером в качестве пользователя</li> <li>2. приобретать новые знания</li> <li>3. использовать современные образовательные технологии</li> <li>4. использовать современные информационные технологии.</li> </ol>  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. навыками получения информации из Интернета</li> <li>2. грамотного оформления, курсовых и дипломных работ</li> <li>3. грамотного оформления научных статей</li> </ol> |

| № | Индекс компетенции | Содержание компетенции  | В результате изучения «Численные методы» обучающиеся должны:   |  |   |
|---|--------------------|---|--|--|---|
|   |                    |   | Знать  | Уметь  | Владеть   |
| 3 | ОПК-4              | способностью находить, анализировать, реализовывать программно и использовать на практике математические алгоритмы, в том числе с применением современных вычислительных систем | <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Основы алгоритмизации</li> <li>2. Основы программирования.</li> <li>3. Современные вычислительные системы</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Составить алгоритм решения задачи.</li> <li>2. Написать программу по заданному алгоритму.</li> <li>3. Отредактировать и отладить программу.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Основными приемами работы в алгоритмических языках</li> <li>2. Навыками программирования.</li> <li>3. Навыками применением современных вычислительных систем</li> </ul>                   |
| 4 | ПК-2               | способностью математически корректно ставить естественнонаучные задачи, знание постановок классических задач математики   | <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Основные понятия</li> <li>2. Терминологию</li> <li>3. Методы вычислений.</li> </ul>                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Производить вычисления в соответствии с алгоритмом</li> <li>2. Пользоваться программой.</li> <li>3. Проводить оценку точности результата.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Навыками анализа точности решения.</li> <li>2. Навыками корректной постановки задач на компьютере.</li> <li>3. Подбором алгоритмов для различных классов вычислительных задач.</li> </ul> |



## КАРТА КОМПЕТЕНЦИЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ: ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ

|                        |   |
|------------------------|---|
| <b>Цель дисциплины</b> | Целями освоения учебной дисциплины «являются формирование у обучающихся общепрофессиональных и профессиональных компетенций в процессе изучения основных современных вычислительных методов решения задач на компьютерах. |
|------------------------|---|

В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие

#### Общепрофессиональные компетенции:

| КОМПЕТЕНЦИИ |  | Перечень компонентов   | Технологии формирования  | Форма оценочного средства                                       | Уровни освоения компетенций  |
|-------------|--|--|--|---|--|
| ИДЕКС       | ФОРМУЛИРОВКА   |  |  |   |  |
| ОПК-1       | готовностью использовать фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа, алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений, дискретной математики и математической логики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики в будущей профессиональной деятельности. | Знать базовые знания в области прикладной математики.<br>Уметь профессионально использовать приближенные методы решения классических задач математики.<br>Владеть навыками практического использования ЭВМ.                  | Путем проведения лекционных, практических занятий, лабораторных занятий, применения новых образовательных технологий, организации самостоятельных работ. | Тестирование, защита лабораторных работ, реферат зачет, экзамен | <b>Пороговый</b><br>Знает базовые знания в области прикладной математики.<br>Способен анализировать информацию об способах вычисления в системах компьютерной алгебры<br><b>Повышенный</b><br>Способен самостоятельно формулировать цели исследования при выполнении лабораторных работ, выбирать способы достижения поставленных целей<br>Владеет навыками практического использования ЭВМ. |
| ОПК-2       | способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной без-  | Знать сущность и основные методы решения задач вычислительной математики.<br>Уметь использовать адекватные вычислительные методы для каждого класса задач.<br>Владеть основами методов решения типовых вычислительных задач. | Путем проведения лекционных, практических занятий, лабораторных занятий, применения новых образовательных технологий, организации самостоятельных работ. | Тестирование, защита лабораторных работ, реферат зачет, экзамен | <b>Пороговый</b><br>Знает сущность и основные методы решения задач вычислительной математики.<br>Способен находить, анализировать и контекстно обрабатывать учебную научно-техническую информацию с помощью обучающего<br><b>Повышенный</b>  |

|       |   |  |  |   |  |
|-------|---|--|--|---|--|
|       | опасности   |  |  |   | Способен самостоятельно находить, анализировать и контекстно обрабатывать научно-техническую информацию. Владеет основами методов решения типовых вычислительных задач.  |
| ОПК-4 | способностью находить, анализировать, реализовывать программно и использовать на практике математические алгоритмы, в том числе с применением современных вычислительных систем | Знать основы алгоритмизации и программирования. Уметь составить алгоритм решения задачи, написать программу по заданному алгоритму, отредактировать и отладить программу. Владеть основными приемами работы в алгоритмических языках программирования. | Путем проведения лекционных, практических занятий, лабораторных занятий, применения новых образовательных технологий, организации самостоятельных работ. | Тестирование, защита лабораторных работ, реферат зачет, экзамен | <b>Пороговый</b><br>Знает основы алгоритмизации и программирования. Способен по существующим образцам и при помощи компьютерных программ дорабатывать существующие алгоритмические схемы и программы.<br><b>Повышенный</b><br>Способен самостоятельно разрабатывать алгоритмы и программы для заданных задач. Владеет основными приемами работы в алгоритмических языках программирования. |

**Профессиональные компетенции:**

| КОМПЕТЕНЦИИ |   | Перечень компонентов   | Технологии формирования  | Форма оценочного средства                                       | Уровни освоения компетенций   |
|-------------|---|--|--|---|---|
| ИДЕКС       | ФОРМУЛИРОВКА  |  |  |   |   |
| ПК-2        | способностью математически корректно ставить естественнонаучные задачи, знание постановок классических задач математики | Знать основные понятия, терминологию и методы вычислений. Уметь производить вычисления в соответствии с алгоритмом и программой, проводить оценку точности результата. Владеть навыками анализа точности решения на компьютере для различных классов вычислительных задач. | Путем проведения лекционных, практических занятий, лабораторных занятий, применения новых образовательных технологий, организации самостоятельных работ. | Тестирование, защита лабораторных работ, реферат зачет, экзамен | <b>Пороговый</b><br>Знает основные понятия, терминологию и методы вычислений. Способен решать стандартные вычислительные задачи.<br><b>Повышенный</b><br>Способен самостоятельно использовать вычислительные методы для решения за- |

|  |  |  |  |  |   |
|--|--|--|--|--|---|
|  |  |  |  |  | дач повышенной сложности.<br>Владеет навыками анализа<br>точности решения на компь-<br>ютере для различных классов<br>вычислительных задач. |
|--|--|--|--|--|---|

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

### 1. ОБЪЕМ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

| Вид учебной работы  |         | Всего часов | Семестр |
|---|---------|-------------|---------|
|   |         |             | 5       |
| <b>Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебной деятельности) (всего)</b> |         | 108         | 108     |
| В том числе:  |         |             |         |
| Лекции (Л)  |         | 36          | 36      |
| Практические занятия (ПЗ), Семинары (С)   |         | 36          | 36      |
| Лабораторные работы   |         | 36          | 36      |
| <b>Самостоятельная работа студента (всего)</b>  |         | 144         | 144     |
| В том числе   |         |             |         |
| <i>СРС в семестре</i>   |         | 108         | 108     |
| Курсовая работа   | КП      |             |         |
|   | КР      |             |         |
| Изучение литературы и других источников   |         | 50          | 50      |
| Подготовка к выполнению лабораторных работ  |         | 20          | 20      |
| Подготовка к защите лабораторных работ  |         | 20          | 20      |
| Подготовка к тесту  |         | 10          | 10      |
| Написание реферата  |         | 8           | 8       |
| <i>СРС во время сессии</i>  |         | 36          | 36      |
| <b>Вид промежуточной аттестации -</b>   | зачет   | +           | +       |
|   | экзамен | +           | +       |
| <b>ИТОГО: Общая трудоемкость</b>  | часов   | 252         | 252     |
|   | Зач.ед. | 7           | 7       |

Л – лекции, ПЗ – практические занятия, ЛР – лабораторные работы; СР – самостоятельная работа студента.

Дисциплина реализуется частично с применением дистанционных образовательных технологий: вебинарная платформа Zoom (договор б/н от 10.10.2020г.); система электронного обучения Moodle (свободно распространяемое ПО).

## 2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### 2.1. Содержание разделов учебной дисциплины

| № семестра | № раздела | Наименование раздела   | Содержание раздела в дидактических единицах   |
|------------|-----------|--|---|
| 5          | 1         | Основы теории погрешностей, расчет погрешностей  | Место дисциплины «Методы вычислений» системе наук. Основы теории погрешностей, расчет погрешностей.                               |
|            | 2         | Решение нелинейных уравнений с одним неизвестным   | Решение алгебраических и трансцендентных нелинейных уравнений с одним неизвестным методами дихотомии, секущих, Ньютона, итераций. |
|            | 3         | Решение систем линейных уравнений, систем нелинейных уравнений                                 | Численные методы решения систем линейных уравнений методами Гаусса, обратной матрицы, итераций.                                   |
|            | 4         | Аппроксимация функций, метод наименьших квадратов  | Аппроксимация функций методом наименьших квадратов.   |
|            | 5         | Интерполирование функций, обратная интерполяция  | Интерполирование функций методами Лагранжа, Ньютона.  |
|            | 6         | Численное дифференцирование на основе интерполяционных полиномов, численное дифференцирование. | Численное дифференцирование на основе полиномов Лагранжа, численное дифференцирование.  |
|            | 7         | Численное интегрирование, формула Ньютона-Котеса   | Численное интегрирование, квадратурные формулы, формулы трапеций и Симпсона.  |
|            | 8         | Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений                               | Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений: Эйлера, Рунге-Кутта, Адамса.                                    |
|            | 9         | Численные методы решения дифференциальных уравнений в частных производных                      | Численные методы решения дифференциальных уравнений в частных производных, разностные методы, метод сеток.                        |
|            | 10        | Корреляционный анализ. Прямое и обратное преобразование Фурье, преобразование Уолша.           | Корреляционный анализ. Быстрое преобразование Фурье. Преобразование Уолша.  |

## 2.2. Разделы учебной дисциплины, виды учебной деятельности и формы контроля

| № семестра | № раздела | Наименование раздела   | Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов (в часах) |           |           |            |            | Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) |
|------------|-----------|--|---|-----------|-----------|------------|------------|--|
|            |           |  | Л   | ЛР        | ПЗ        | СРС        | всего      |  |
| 5          | 1         | <i>Основы теории погрешностей, расчет погрешностей</i>   | 2   | 2         |           | 8          | 12         | 2 неделя – защита ЛР №1                                    |
|            | 2         | <i>Решение нелинейных уравнений с одним неизвестным</i>  | 2   | 4         | 4         | 12         | 22         | 4 неделя – защита ЛР №2                                    |
|            | 3         | <i>Решение систем линейных уравнений, систем нелинейных уравнений</i>                                    | 4   | 4         | 4         | 12         | 24         | 6 неделя – защита ЛР №3                                    |
|            | 4         | <i>Аппроксимация функций, метод наименьших квадратов</i>   | 4   | 4         | 4         | 12         | 24         | 8 неделя – защита ЛР №4                                    |
|            | 5         | <i>Интерполирование функций, обратная интерполяция</i>   | 4   | 4         | 4         | 12         | 24         | 10 неделя – защита ЛР №5                                   |
|            | 6         | <i>Численное дифференцирование на основе интерполяционных полиномов, безразностное дифференцирование</i> | 4   | 6         | 4         | 12         | 26         | 12 неделя – защита ЛР №6                                   |
|            | 7         | <i>Численное интегрирование, формула Ньютона-Котеса</i>  | 4   | 6         | 4         | 12         | 26         | 14 неделя – защита ЛР №7                                   |
|            | 8         | <i>Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений</i>                                  | 4   | 6         | 4         | 12         | 26         | 16 неделя – защита ЛР №8                                   |
|            | 9         | <i>Численные методы решения дифференциальных уравнений в частных производных</i>                         | 4   |           | 4         | 8          | 16         | 13 неделя – тестирование                                   |
|            | 10        | <i>Корреляционный анализ. Прямое и обратное преобразование Фурье, преобразование Уолша</i>               | 4   |           | 4         | 8          | 16         | 16 неделя – защита рефератов                               |
|            |           | <i>Разделы дисциплины 1-10</i>   |   |           |           |            |            | 18 неделя – тестирование                                   |
|            |           | <i>Разделы дисциплины 1-10</i>   |   |           |           | 36         | 36         | <b>Зачет, Экзамен</b>                                      |
|            |           | <i>Итого в семестре</i>  | 36  | 36        | 36        | 144        | 252        |  |
|            |           | <b>ИТОГО</b>   | <b>36</b>   | <b>36</b> | <b>36</b> | <b>144</b> | <b>252</b> |  |

### 2.3. Лабораторный практикум

| № семестра              | № раздела | Наименование раздела   | Наименование лабораторных работ   | Всего часов |
|-------------------------|-----------|--|---|-------------|
| 5                       | 1         | <i>Основы теории погрешностей, расчет погрешностей</i>   | Лабораторная работа №1. Расчет погрешностей вычислений.   | 2           |
|                         | 2         | <i>Решение нелинейных уравнений с одним неизвестным</i>  | Лабораторная работа №2. Численные методы решения нелинейных уравнений.  | 4           |
|                         | 3         | <i>Решение систем линейных уравнений, систем нелинейных уравнений</i>                                | Лабораторная работа №3. Решение систем линейных уравнений, систем нелинейных уравнений.   | 4           |
|                         | 4         | <i>Аппроксимация функций, метод наименьших квадратов</i>   | Лабораторная работа №4. Аппроксимация экспериментальных данных.   | 4           |
|                         | 5         | <i>Интерполирование функций, обратная интерполяция</i>   | Лабораторная работа №5. Интерполирование функций.   | 4           |
|                         | 6         | <i>Численное дифференцирование на основе интерполяционных полиномов, численное дифференцирование</i> | Лабораторная работа №6. Численное дифференцирование на основе полиномов Лагранжа, численное дифференцирование.                      | 6           |
|                         | 7         | <i>Численное интегрирование, формула Ньютона-Котеса</i>  | Лабораторная работа №7. Численное интегрирование, формулы трапеций и Симпсона.  | 6           |
|                         | 8         | <i>Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений</i>                              | Лабораторная работа №8. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений методами Эйлера, Эйлера-Коши, Рунге-Кутты. | 6           |
| <b>Итого в семестре</b> |           |  |   | <b>36</b>   |

### 2.4. Примерная тематика курсовых работ

Не предусмотрено

### 3. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТА

#### 3.1. Виды СРС

| № се-<br>местра | № разде-<br>ла | Наименование раздела   | Виды СРС  | Всего<br>часов   |
|-----------------|----------------|--|---|------------------|
| 5               | 1              | <i>Основы теории погрешностей, расчет погрешностей</i>   | Подготовка к лабораторной работе №1<br>Подготовка к защите лабораторной работы №1<br>Изучение дополнительной литературы<br>Изучение лекционного материала | 2<br>2<br>2<br>2 |
|                 | 2              | <i>Решение нелинейных уравнений с одним неизвестным</i>  | Подготовка к лабораторной работе №2<br>Подготовка к защите лабораторной работы №2<br>Изучение дополнительной литературы<br>Изучение лекционного материала | 3<br>3<br>3<br>3 |
|                 | 3              | <i>Решение систем линейных уравнений, систем нелинейных уравнений</i>                                    | Подготовка к лабораторной работе №3<br>Подготовка к защите лабораторной работы №3<br>Изучение дополнительной литературы<br>Изучение лекционного материала | 3<br>3<br>3<br>3 |
|                 | 4              | <i>Аппроксимация функций, метод наименьших квадратов</i>   | Подготовка к лабораторной работе №4<br>Подготовка к защите лабораторной работы №4<br>Изучение дополнительной литературы<br>Изучение лекционного материала | 3<br>3<br>3<br>3 |
|                 | 5              | <i>Интерполирование функций, обратная интерполяция</i>   | Подготовка к лабораторной работе №5<br>Подготовка к защите лабораторной работы №5<br>Изучение дополнительной литературы<br>Изучение лекционного материала | 3<br>3<br>3<br>3 |
|                 | 6              | <i>Численное дифференцирование на основе интерполяционных полиномов, безразностное дифференцирование</i> | Подготовка к лабораторной работе №6<br>Подготовка к защите лабораторной работы №6<br>Изучение дополнительной литературы<br>Изучение лекционного материала | 3<br>3<br>3<br>3 |
|                 | 7              | <i>Численное интегрирование, формула Ньютона-Котеса</i>  | Подготовка к лабораторной работе №7<br>Подготовка к защите лабораторной работы №7<br>Изучение дополнительной литературы<br>Изучение лекционного материала | 3<br>3<br>3<br>3 |
|                 | 8              | <i>Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений</i>                                  | Подготовка к лабораторной работе №8<br>Подготовка к защите лабораторной работы №8<br>Изучение дополнительной литературы<br>Изучение лекционного материала | 3<br>3<br>3<br>3 |
|                 | 9              | <i>Численные методы решения дифференциальных уравнений в частных производных</i>                         | Изучение дополнительной литературы<br>Изучение лекционного материала  | 2<br>2           |
|                 | 10             | <i>Корреляционный анализ. Прямое и обратное преобразование Фурье, преобразование Уолша.</i>              | Изучение дополнительной литературы<br>Изучение лекционного материала  | 2<br>2           |



|   |                           |  |  |   |
|---|---------------------------|--|--|---|
| 1-10  | <i>Написание реферата</i> | Выбор темы реферата                                  | 1  |   |
|   |                           | Подбор литературы по теме реферата                   | 1  |   |
|   |                           | Написание реферата                                   | 2  |   |
|   | 1-10                      | <i>Выполнение теста для промежуточной аттестации</i> | Изучение лекционного материала   | 1 |
|   |                           |  | Написание теста  | 1 |
|   | 1-10                      | <i>Выполнение итогового теста</i>                    | Изучение лекционного материала   | 1 |
|   |                           |  | Написание теста  | 1 |
|   | 1-10                      | Экзамен  | Изучение конспектов лекций по теме «Теоретические основы численных методов».   | 3 |
|   |                           |  | Изучение конспектов лекций по теме «Численные методы решения систем линейных уравнений методом Жордана-Гаусса».  | 3 |
|   |                           |  | Изучение конспектов лекций по теме «Решение СЛАУ методом простой итерации».  | 3 |
|   |                           |  | Изучение конспектов лекций по теме «Нелинейные уравнения. Отделение корней. Приближенное вычисление корня с заданной точностью».                         | 3 |
|   |                           |  | Изучение конспектов лекций по теме «Метод простой итерации численного решения нелинейных уравнений. Условия сходимости итерационной последовательности». | 3 |
|   |                           |  | Изучение конспектов лекций по теме «Графический метод решения систем нелинейных уравнений. Метод Ньютона».   | 3 |
| Изучение конспектов лекций по теме «Аппроксимация функций»  |                           |  | 3  |   |
| Изучение конспектов лекций по теме «Алгебраический интерполяционный многочлен».   |                           |  | 3  |   |
| Изучение конспектов лекций по теме «Разделенные разности».  |                           |  | 3  |   |
| Изучение конспектов лекций по теме «Обратное интерполирование».   |                           |  | 3  |   |
| Изучение конспектов лекций по теме «Численное дифференцирование на основе интерполяционных многочленов Лагранжа и Ньютона». |                           |  | 3  |   |
| Изучение конспектов лекций по теме «Общий случай вычисления производной произвольного порядка».                             |                           |  | 3  |   |
| <b>ИТОГО в семестре</b>   |                           |  | <b>144</b>   |   |

### 3.2. График работы студента

Семестр № 5

| Форма оценочного средства | Усл. Обозн. | НЕДЕЛЯ |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|---------------------------|-------------|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
|                           |             | 1      | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| Защита лабораторных работ | ЗЛР         |        | + |   | + |   | + |   | + |   | +  |    | +  |    | +  |    | +  |    |    |
| Реферат                   |             |        |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    | +  |    |
| Тестирование              |             |        |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    | +  |    |    |    |    | +  |

### 3.3. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

#### Тестовые задания для самоконтроля

- Точными методами решения задач, как правило, являются:*
  - графические;
  - проблемные;
  - аналитические;
  - численные.
- Недостатком аналитического метода решения задачи, как правило, является:*
  - относительно небольшой класс решаемых задач;
  - наличие погрешности;
  - невозможность нахождения общего решения;
  - относительно большой объем вычислений.
- Преимуществом аналитического метода решения задачи является:*
  - снижение погрешности за счет увеличения объема вычислений;
  - относительно большой класс решаемых задач;
  - отсутствие погрешности;
  - относительная простота компьютерной реализации.
- Недостатком численного метода решения задачи, как правило, является:*
  - относительно небольшой класс решаемых задач;
  - наличие погрешности;
  - относительная сложность компьютерной реализации;
  - плохо проработанная методология.
- Преимуществом численного метода решения задачи, как правило, является:*
  - относительно большой класс решаемых задач;
  - отсутствие погрешности;
  - минимум вычислительных средств;
  - возможность нахождения общего решения.
- Все погрешности можно разделить на три вида:*
  - аналитические, численные, формульные;
  - неустраняемые, вычислительные, метода;
  - формульные, метода, невычисляемые;
  - численные, символьные, метода.
- Абсолютная погрешность  $E_x$  вычисляется по формуле ( $\xi$  – точное значение величины,  $X$  – приближенное значение величины):*

- 1)  $E_X = |\xi + X|$ ;
- 2)  $E_X = |\xi - X|^2$ ;
- 3)  $E_X = |\xi + X|^2$ ;
- 4)  $E_X = |\xi - X|$ .

8. *Предельная абсолютная погрешность  $\Delta_X$  связана с абсолютной погрешностью  $E_X$  соотношением:*

- 1) 1)  $E_X < \Delta_X$ ;
- 2) 2)  $E_X \leq \Delta_X$ ;
- 3) 3)  $\Delta_X < E_X$ ;
- 4) 4)  $\Delta_X \leq E_X$ .

9. *Качество приближенных вычислений определяется:*

- 1) абсолютной погрешностью;
- 2) неустранимой погрешностью;
- 3) относительной погрешностью;
- 4) погрешностью метода.

10. *Предельная относительная погрешность  $\delta_X$  приближенного значения  $X$  связана с предельной абсолютной погрешностью  $\Delta_X$  соотношением:*

- 1)  $\Delta_X = \delta_X \cdot |X|$ ;
- 2)  $\Delta_X = \frac{\delta_X}{|X|}$ ;
- 3)  $\delta_X = \frac{\Delta_X}{X}$ ;
- 4)  $\delta_X = \Delta_X \cdot |X|$ .

11. *Цифра числа называется верной, если:*

- 1) абсолютная погрешность числа не превосходит половины единицы разряда, в котором стоит эта цифра;
- 2) относительная погрешность числа не превосходит половины единицы разряда, в котором стоит эта цифра;
- 3) абсолютная погрешность числа не превосходит единицы разряда, в котором стоит эта цифра;
- 4) относительная погрешность числа не превосходит единицы разряда, в котором стоит эта цифра.

12. *Ноль в записи числа не является значащей цифрой, если он:*

- 1) находится левее отличной от нуля цифры;
- 2) находится правее отличной от нуля цифры;
- 3) находится в конце числа и является верной цифрой;
- 4) находится в конце числа и не является верной цифрой.

13. *Предельная абсолютная погрешность суммы  $\Delta_{X+Y}$  вычисляется по формуле:*

- 1)  $\Delta_{X+Y} = \Delta_X + \Delta_Y$ ;
- 2)  $\Delta_{X+Y} = \Delta_X - \Delta_Y$ ;
- 3)  $\Delta_{X+Y} = \Delta_X \cdot \Delta_Y$ ;

$$4) \Delta_{X+Y} = \frac{\Delta_X}{\Delta_Y}.$$

14. **Предельная абсолютная погрешность разности  $\Delta_{X-Y}$  вычисляется по формуле:**

- 1)  $\Delta_{X-Y} = \frac{\Delta_X}{\Delta_Y};$
- 2)  $\Delta_{X-Y} = \Delta_X + \Delta_Y;$
- 3)  $\Delta_{X-Y} = \Delta_X \cdot \Delta_Y;$
- 4)  $\Delta_{X-Y} = \Delta_X - \Delta_Y.$

15. **Предельная абсолютная погрешность произведения  $\Delta_{X \cdot Y}$  вычисляется по формуле:**

- 1)  $\Delta_{X \cdot Y} = \Delta_X + \Delta_Y;$
- 2)  $\Delta_{X \cdot Y} = |X| \cdot \Delta_X + |Y| \cdot \Delta_Y;$
- 3)  $\Delta_{X \cdot Y} = |X| \cdot \Delta_X - |Y| \cdot \Delta_Y;$
- 4)  $\Delta_{X \cdot Y} = \Delta_X \cdot \Delta_Y.$

16. **Предельная абсолютная погрешность частного  $\Delta_{\frac{X}{Y}}$  вычисляется по формуле:**

муле:

- 1)  $\Delta_{\frac{X}{Y}} = \frac{|X| \cdot \Delta_Y - |Y| \cdot \Delta_X}{Y^2};$
- 2)  $\Delta_{\frac{X}{Y}} = \frac{|X| \cdot \Delta_Y + |Y| \cdot \Delta_X}{X^2};$
- 3)  $\Delta_{\frac{X}{Y}} = \frac{|X| \cdot \Delta_Y - |Y| \cdot \Delta_X}{X^2};$
- 4)  $\Delta_{\frac{X}{Y}} = \frac{|X| \cdot \Delta_Y + |Y| \cdot \Delta_X}{Y^2}.$

17. **Предельная абсолютная погрешность  $\Delta_{F(X)}$  значения дифференцируемой функции  $F(X)$  вычисляется по формуле:**

- 1)  $\Delta_{F(X)} = |F''(X)| \cdot \Delta_X;$
- 2)  $\Delta_{F(X)} = \frac{|F'(X)|}{\Delta_X};$
- 3)  $\Delta_{F(X)} = |F'(X)| \cdot \Delta_X;$
- 4)  $\Delta_{F(X)} = |F'(X)| \cdot X.$

18. **Число  $X$  является приближенным решением уравнения с одним неизвестным  $F(X)=0$  с точностью  $\square$ , если:**

- 1)  $F(\xi) = 0, |\xi - X| \geq \varepsilon;$
- 2)  $F(\xi) = \varepsilon, |\xi - X| \leq 0;$
- 3)  $F(\xi) = 0, |\xi - X| \leq \varepsilon;$
- 4)  $F(\varepsilon) = 0, |\varepsilon - X| \leq \xi.$

19. Пусть  $\xi$  – единственный корень уравнения  $F(X)=0$  на отрезке  $[a;b]$ . Условия применимости метода половинного деления:

- 1)  $F(X)$  непрерывна на  $[a;b]$ ,  $F(a) \cdot F(b) < 0$ ;
- 2)  $F'(X)$  непрерывна на  $[a;b]$ ,  $F(a) < 0$ ;
- 3)  $F(X)$  непрерывна на  $[a;b]$ ,  $F(a) \cdot F(b) > 0$ ;
- 4)  $F'(X)$  непрерывна на  $[a;b]$ ,  $F(b) > 0$ .

20. Пусть  $\xi$  – единственный корень уравнения  $F(X)=0$  на отрезке  $[a;b]$  и на отрезке  $[a;b]$  выполнены условия применимости метода половинного деления. Тогда при исполнении алгоритма этого метода на некотором шаге значение  $X=a$  можно считать приближенным решением уравнения  $F(X)=0$  с точностью  $\varepsilon$ , если:

- 1)  $|F(a)| \leq \varepsilon$ ;
- 2)  $|F(a)| \leq \xi$ ;
- 3)  $|F(b) - F(a)| \leq \varepsilon$ ;
- 4)  $|b - a| \leq \varepsilon$ .

21. К эквивалентным методам преобразования системы линейных уравнений, не меняющим значение определителя матрицы системы относятся:

- 1) замена любого уравнения на это же уравнение, умноженного на любое число, отличное от нуля;
- 2) перенумерация неизвестных;
- 3) замена любого уравнения на сумму этого же уравнения и любого другого уравнения, умноженного на некоторое число;
- 4) перестановка уравнений.

22. Если при решении системы линейных уравнений с матрицей  $A = (a_{i,j})$  модифицированным методом Гаусса на некотором шаге путем эквивалентных преобразований получено  $a_{j,j} = 1$ , то для получения нуля в  $I$ -той строке,  $J$ -том столбце необходимо:

- 1)  $I$ -ую строку матрицы  $A$  заменить на разность этой же строки, умноженной на  $(-a_{i,j})$ , и  $J$ -той строки;
- 2)  $I$ -ую строку матрицы  $A$  заменить на сумму этой же строки и  $J$ -той строки, умноженной на  $(-a_{i,j})$ ;
- 3)  $I$ -ую строку матрицы  $A$  заменить на разность этой же строки и  $J$ -той строки, умноженной на  $(-a_{i,j})$ ;
- 4)  $I$ -ую строку матрицы  $A$  заменить на сумму этой же строки, умноженной на  $(-a_{i,j})$ , и  $J$ -той строки.

23. Построение функции, близкой в некотором смысле к функции, заданной таблично, называется:

- 1) точечной итерацией;
- 2) непрерывной аппроксимацией;
- 3) непрерывной итерацией;
- 4) точечной аппроксимацией.

24. При аппроксимации методом наименьших квадратов  $(\varphi(x))$  – аппроксимирующая функция,  $y_I$  – значение заданной функции в узлах аппроксимации  $x_I$ ,  $I = \overline{1, n}$ ) используется критерий:

- 1)  $\sum_{I=1}^n (\varphi(x_I) - y_I)^2 = \min ;$
- 2)  $\sum_{I=1}^n (\varphi(x_I)^2 - y_I^2) = \min ;$
- 3)  $\sum_{I=1}^n (\varphi(x_I)^2 + y_I^2) = \min ;$
- 4)  $\sum_{I=1}^n (\varphi(x_I) + y_I)^2 = \min .$

25. При аппроксимации методом наименьших квадратов ( $\varphi(x)$  – аппроксимирующая функция,  $y_I$  – значение заданной функции в узлах аппроксимации  $x_I$ ,  $I = \overline{1, n}$ ) погрешность  $R$  вычисляется по формуле:

- 1)  $R = \sqrt{\frac{\sum_{I=1}^n (\varphi(x_I)^2 + y_I^2)}{n-1}} ;$
- 2)  $R = \sqrt{\frac{\sum_{I=1}^n (\varphi(x_I) + y_I)^2}{n-1}} ;$
- 3)  $R = \sqrt{\frac{\sum_{I=1}^n (\varphi(x_I) - y_I)^2}{n-1}} ;$
- 4)  $R = \sqrt{\frac{\sum_{I=1}^n (\varphi(x_I)^2 - y_I^2)}{n-1}} .$

26. Пусть в случае полиномиальной аппроксимации  $X, Y$  –  $n$ -координатные вектор столбцы соответственно независимой и зависимой величины,  $V_{I,J} = X_I^J$  – элементы вспомогательной матрицы  $V$  размером  $n \times k$ . Тогда  $k$ -координатный вектор столбец  $A$  коэффициентов аппроксимирующего полинома определяется соотношением:

- 1)  $A = (V \cdot V^T)^{-1} \cdot (V^T \cdot Y);$
- 2)  $A = (V \cdot V^T) \cdot (V^T \cdot Y)^{-1};$
- 3)  $A = (V^T \cdot V)^{-1} \cdot (V^T \cdot Y);$
- 4)  $A = (V^T \cdot V) \cdot (V^T \cdot Y)^{-1} .$

27. Для заданных попарно различных  $n+1$  узлов интерполяции  $x_I$  ( $I = \overline{0, n}$ ) и заданных значений функции  $y_I$  существует единственный интерполяционный полином:

- 1) степени не выше  $n+1$ . В соответствии с критерием интерполяции его коэффициенты  $a_I$  определяются из системы линейных уравнений

$$\sum_{I=0}^n a_I \cdot x_J^{I+1} = y_J \quad (J = 1, n);$$

- 2) степени не выше  $n$ . В соответствии с критерием интерполяции его коэффициенты  $a_I$  определяются из системы линейных уравнений  $\sum_{I=0}^n a_I \cdot x_J^I = y_J \quad (J = 1, n);$

3) степени не выше  $n$ . В соответствии с критерием интерполяции его коэффициенты  $a_I$  определяются из системы линейных уравнений  $\sum_{I=0}^n a_I \cdot x_I^J = y_J$  ( $J = 1, n$ );

4) степени не выше  $n+1$ . В соответствии с критерием интерполяции его коэффициенты  $a_I$  определяются из системы линейных уравнений

$$\sum_{I=0}^n a_I \cdot x_I^{J+1} = y_J \quad (J = 1, n).$$

28. Для заданных узлов интерполяции  $x_I$  ( $I = \overline{0, n}$ ) и заданных значений функции  $y_I$  интерполяционный многочлен в форме Лагранжа имеет вид:

$$1) \quad L(x) = \sum_{I=0}^n \left( x_I \cdot \prod_{\substack{J=0 \\ J \neq I}}^n (x - y_J) \right);$$

$$2) \quad L(x) = \prod_{I=0}^n \left( y_I \cdot \sum_{\substack{J=0 \\ J \neq I}}^n (x - x_J) \right);$$

$$3) \quad L(x) = \prod_{I=0}^n \left( x_I \cdot \sum_{\substack{J=0 \\ J \neq I}}^n (x - y_J) \right);$$

$$4) \quad L(x) = \sum_{I=0}^n \left( y_I \cdot \prod_{\substack{J=0 \\ J \neq I}}^n (x - x_J) \right).$$

29. Для заданных равноотстоящих узлов интерполяции  $x_I$  ( $x_I = x_0 + h \cdot I$ ,  $I = \overline{0, n}$ ) и заданных значений функции  $y_I$  первый интерполяционный многочлен Ньютона имеет вид:

$$1) \quad P(x) = y_0 + \sum_{I=1}^n \frac{\Delta^I y_0}{I! \cdot h^I} \prod_{J=0}^{I-1} (x - x_J);$$

$$2) \quad P(x) = y_0 + \sum_{I=1}^n \frac{\Delta^I y_0}{I! \cdot h^I} \prod_{\substack{J=0 \\ J \neq I}}^n (x - x_J);$$

$$3) \quad P(x) = y_0 + \sum_{I=1}^n \frac{\Delta^I y_{n-I}}{I! \cdot h^I} \prod_{\substack{J=0 \\ J \neq I}}^n (x - x_J);$$

$$4) \quad P(x) = y_0 + \sum_{I=1}^n \frac{\Delta^I y_{n-I}}{I! \cdot h^I} \prod_{J=0}^{I-1} (x - x_J).$$

30. Для заданных равноотстоящих узлов интерполяции  $x_I$  ( $x_I = x_0 + h \cdot I$ ,  $I = \overline{0, n}$ ) и заданных значений функции  $y_I$  второй интерполяционный многочлен Ньютона имеет вид:

$$1) \quad P(x) = y_n + \sum_{I=1}^n \frac{\Delta^I y_0}{I! \cdot h^I} \prod_{J=0}^{I-1} (x - x_{n-J});$$

$$2) \quad P(x) = y_n + \sum_{I=1}^n \frac{\Delta^I y_0}{I! \cdot h^I} \prod_{\substack{J=0 \\ J \neq I}}^n (x - x_{n-J});$$

$$3) P(x) = y_n + \sum_{l=1}^n \frac{\Delta^l y_{n-l}}{l! h^l} \prod_{\substack{J=0 \\ J \neq l}}^n (x - x_{n-J});$$

$$4) P(x) = y_n + \sum_{l=1}^n \frac{\Delta^l y_{n-l}}{l! h^l} \prod_{J=0}^{l-1} (x - x_{n-J}).$$

31. Для заданных узлов интерполяции  $x_l$  ( $l = \overline{0, n}$ ) и заданных значений функции  $y_l = f(x_l)$  погрешность  $R(x)$  интерполяционного многочлена, выраженная через производную, вычисляется по формуле:

$$1) R(x) = \frac{f^{(n)}(\xi)}{n!} \prod_{l=0}^n (x - x_l);$$

$$2) R(x) = \frac{f^{(n)}(\xi)}{n!} \prod_{l=1}^n (x - x_l);$$

$$3) R(x) = \frac{f^{(n+1)}(\xi)}{(n+1)!} \prod_{l=0}^n (x - x_l);$$

$$4) R(x) = \frac{f^{(n+1)}(\xi)}{n!} \prod_{l=1}^n (x - x_l).$$

32. Для заданных узлов интерполяции  $x_l$  ( $l = \overline{0, n}$ ) и заданных значений функции  $y_l = f(x_l)$  погрешность  $R(x)$  интерполяционного многочлена, выраженная через конечную разность, вычисляется по формуле:

$$1) R(x) \approx \frac{\Delta^{n+1} y_0}{(n+1)! (x_1 - x_0)^{n+1}} \prod_{l=0}^n (x - x_l);$$

$$2) R(x) \approx \frac{\Delta^n y_0}{n! (x_1 - x_0)^n} \prod_{l=1}^n (x - x_l);$$

$$3) R(x) \approx \frac{\Delta y_{n-1}}{(n-1)! (x_1 - x_0)^{n-1}} \prod_{l=0}^{n-1} (x - x_l);$$

$$4) R(x) \approx \frac{\Delta^{n+1} y_0}{(n+1)! (x_1 - x_0)^{n+1}} \prod_{l=1}^n (x - x_l).$$

33. Для заданных равноотстоящих узлов  $x_l$  ( $x_l = x_0 + h \cdot l$ ,  $l = \overline{0, n}$ ) и заданных значений функции  $y_l = f(x_l)$  на основе интерполяционной формулы Лагранжа производная:

$$1) f'(x) \approx \frac{1}{h} \cdot \sum_{l=0}^n y_l \cdot \frac{(-1)^{n-l}}{l!(n-l)!} \cdot \frac{d \prod_{\substack{J=0 \\ J \neq l}}^n (t - J)}{dt};$$

$$2) f'(x) \approx \frac{1}{n} \cdot \sum_{l=0}^n y_l \cdot \frac{(-1)^{h-l}}{l!(h-l)!} \cdot \frac{d \prod_{\substack{J=0 \\ J \neq l}}^n (t - J)}{dt};$$



$$3) \quad f'(x) \approx \frac{1}{h} \cdot \sum_{I=0}^n \left( y_J \cdot \frac{(-1)^{n-I}}{I!(n-I)!} \cdot \frac{d \prod_{J=0}^n (t-I)}{dt} \right);$$

$$4) \quad f'(x) \approx \frac{1}{h} \cdot \sum_{I=0}^n \left( y_I \cdot \frac{(-1)^n}{n!(I+1)!} \cdot \frac{d \prod_{J=0}^n (t-J)}{dt} \right).$$

34. Для заданных равноотстоящих узлов  $x_I$  ( $x_I = x_0 + h \cdot I$ ,  $I = \overline{0, n}$ ) и заданных значений функции  $y_I = f(x_I)$  на основе интерполяционной формулы Ньютона производная:

$$1) \quad f(x) \approx \frac{1}{n} \cdot \left( \Delta y_0 + \frac{\Delta^2 y_0}{2} - \frac{\Delta^3 y_0}{3} + \frac{\Delta^4 y_0}{4} - \frac{\Delta^5 y_0}{5} + \dots \right);$$

$$2) \quad f(x) \approx \frac{1}{h} \cdot \left( \Delta y_0 - \frac{\Delta^2 y_0}{2} + \frac{\Delta^3 y_0}{3} - \frac{\Delta^4 y_0}{4} + \frac{\Delta^5 y_0}{5} + \dots \right);$$

$$3) \quad f(x) \approx \frac{1}{h} \cdot \left( \Delta y_0 + \frac{\Delta^2 y_0}{2} - \frac{\Delta^3 y_0}{3} + \frac{\Delta^4 y_0}{4} - \frac{\Delta^5 y_0}{5} + \dots \right);$$

$$4) \quad f(x) \approx \frac{1}{n} \cdot \left( \Delta y_0 - \frac{\Delta^2 y_0}{2} + \frac{\Delta^3 y_0}{3} - \frac{\Delta^4 y_0}{4} + \frac{\Delta^5 y_0}{5} + \dots \right).$$

35. Квадратурные формулы Ньютона-Котеса имеют вид:

$$1) \quad \int_a^b f(x) dx \approx (b-a) \sum_{I=0}^n (y_I \cdot H_I), \text{ где } H_I = \frac{(-1)^{n-I}}{n \cdot I!(n-I)!} \int_0^n \prod_{J=0}^n (t-J);$$

$$2) \quad \int_a^b f(x) dx \approx (b-a) \sum_{I=0}^n \frac{y_I}{H_I}, \text{ где } H_I = \frac{(-1)^{n-I}}{n \cdot I!(n-I)!} \int_0^n \prod_{J=0}^n (t-J);$$

$$3) \quad \int_a^b f(x) dx \approx (b-a) \sum_{I=0}^n (y_I \cdot H_I), \text{ где } H_I = \frac{(-1)^{n-I}}{n \cdot I!(n-I)!} \int_0^I \prod_{J=0}^I (t-J);$$

$$4) \quad \int_a^b f(x) dx \approx (b-a) \sum_{I=0}^n (y_I \cdot H_I), \text{ где } H_I = \frac{(-1)^{n-I}}{n \cdot I!(n-I)!} \int_0^n \prod_{J=0}^n (t-J).$$

36. Пусть  $y_I = f(x_I)$ ,  $x_I = x_0 + h \cdot I$ , ( $I = \overline{0, k}$ ) и  $x_0 = a$ ,  $x_k = b$ . Формула трапеции многократного применения имеет вид:

$$1) \quad \int_a^b f(x) dx \approx h \cdot \left( \frac{y_0 + y_k}{2} + \sum_{I=1}^k y_I \right);$$

$$2) \quad \int_a^b f(x) dx \approx h \cdot \left( \frac{y_0 - y_k}{2} + \sum_{I=1}^{k-1} y_I \right);$$

$$3) \int_a^b f(x)dx \approx h \cdot \left( \frac{y_0 + y_k}{2} + \sum_{l=1}^{k-1} y_l \right);$$

$$4) \int_a^b f(x)dx \approx h \cdot \left( \frac{y_0 + y_k}{2} + \sum_{l=0}^k y_l \right).$$

37. Пусть  $y_l = f(x_l)$ ,  $x_l = x_0 + h \cdot l$ , ( $l = \overline{0, k}$ ) и  $x_0 = a$ ,  $x_k = b$ . Погрешность формулы трапеции однократного применения, выраженная через производную:

$$1) R(h) = \frac{|f''(\xi)|}{12} h^5;$$

$$2) R(h) = \frac{|f''(\xi)|}{12} h^3;$$

$$3) R(h) = \frac{|f''(\xi)|}{12} n^3;$$

$$4) R(h) = \frac{|f^{IV}(\xi)|}{90} h^5.$$

38. Пусть  $y_l = f(x_l)$ ,  $x_l = x_0 + h \cdot l$ , ( $l = \overline{0, k}$ ) и  $x_0 = a$ ,  $x_k = b$ . Погрешность формулы трапеции многократного применения, выраженная через конечную разность:

$$1) R(h) = (b + a) \frac{|\Delta^2 y_0|}{12};$$

$$2) R(h) = (b - a) \frac{|\Delta^{IV} y_0|}{180};$$

$$3) R(h) = (b - a) \frac{|\Delta^2 y_0|}{12};$$

$$4) R(h) = (b + a) \frac{|\Delta^{IV} y_0|}{180}.$$

39. Пусть  $y_l = f(x_l)$ ,  $x_l = x_0 + h \cdot l$ , ( $l = \overline{0, 2 \cdot m}$ ) и  $x_0 = a$ ,  $x = b$ . Формула Симпсона многократного применения имеет вид:

$$1) \int_a^b f(x)dx \approx \frac{h}{3} \cdot \left( \frac{y_0 + y_{2 \cdot m}}{2} + 2 \cdot \sum_{l=1}^m (2 \cdot y_{2 \cdot l - 1} + y_{2 \cdot l}) \right);$$

$$2) \int_a^b f(x)dx \approx \frac{h}{3} \cdot \left( \frac{y_0 - y_{2 \cdot m}}{2} + 2 \cdot \sum_{l=1}^m (2 \cdot y_{2 \cdot l - 1} - y_{2 \cdot l}) \right);$$

$$3) \int_a^b f(x)dx \approx \frac{h}{3} \cdot \left( \frac{y_0 - y_{2 \cdot m}}{2} + 2 \cdot \sum_{l=1}^{m-1} (2 \cdot y_{2 \cdot l - 1} + y_{2 \cdot l}) \right);$$

$$4) \int_a^b f(x)dx \approx \frac{h}{3} \cdot \left( \frac{y_0 - y_{2 \cdot m}}{2} + 2 \cdot \sum_{l=1}^m (2 \cdot y_{2 \cdot l - 1} + y_{2 \cdot l}) \right).$$

40. Пусть  $y_l = f(x_l)$ ,  $x_l = x_0 + h \cdot l$ , ( $l = \overline{0, 2 \cdot m}$ ) и  $x_0 = a$ ,  $x_{2 \cdot m} = b$ . Погрешность формулы Симпсона однократного применения, выраженная через производную:

$$1) R(h) = \frac{|f''(\xi)|}{90} h^5;$$

$$2) R(h) = \frac{|f'''(\xi)|}{12} h^3;$$

$$3) R(h) = \frac{|f^{IV}(\xi)|}{90} h^5;$$

$$4) R(h) = \frac{|f^{IV}(\xi)|}{90} h^5.$$

41. Пусть  $y_I = f(x_I)$ ,  $x_I = x_0 + h \cdot I$ , ( $I = \overline{0, 2 \cdot m}$ ) и  $x_0 = a$ ,  $x_{2 \cdot m} = b$ . Погрешность формулы трапеции многократного применения, выраженная через конечную разность:

$$1) R(h) = (b + a) \frac{|\Delta^2 y_0|}{12};$$

$$2) R(h) = (b - a) \frac{|\Delta^{IV} y_0|}{180};$$

$$3) R(h) = (b - a) \frac{|\Delta^2 y_0|}{12};$$

$$4) R(h) = (b + a) \frac{|\Delta^{IV} y_0|}{180}.$$

#### 4. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (см. Фонд оценочных средств)

##### 4.1. Рейтинговая система оценки знаний обучающихся по учебной дисциплине

Не применялась

#### 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 5.1. Основная литература

| № п/п | Авторы, наименование, место издания и издательство, год   | Используется при изучении разделов | Семестр | Количество экземпляров |            |
|-------|---|------------------------------------|---------|------------------------|------------|
|       |   |                                    |         | В библиотеке           | На кафедре |
| 1.    | Богданова, Н.В. Дискретная математика [Электронный ресурс] : [курс лекций] / Н. В. Богданова; РГУ им. С. А. Есенина. - Рязань : РГУ, 2015. - Заглавие с титул. экрана. - Режим доступа: <a href="http://e-learn2.rsu.edu.ru/moodle2/course/view.php?id=353">http://e-learn2.rsu.edu.ru/moodle2/course/view.php?id=353</a> (дата обращения: 15.11.16). | 1,2                                | 5       | ЭИОС                   | -          |
| 2.    | Заварыкин, В.М. Численные методы: учебное пособие / В. М. Заварыкин, В. Г. Житомирский, М. П. Лапчик. - М. : Просвещение, 1991. - 174 с.  | 1,2                                | 5       | 13                     | -          |
| 3.    | Поздняков, С.Н. Дискретная математика : учебник / С. Н. Поздняков, С. В. Рыбин. - М. : Академия, 2008. - 448 с.   | 1,2                                | 5       | 16                     | -          |

##### 5.2. Дополнительная литература

| № п/п | Авторы, наименование, место издания и издательство, год  | Используется при изучении разделов | Семестр | Количество экземпляров |            |
|-------|--|------------------------------------|---------|------------------------|------------|
|       |  |                                    |         | В библиотеке           | На кафедре |
| 1.    | Высшая математика для экономистов: учебник / под ред. Н. Ш. Кремера. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : ЮНИТИ, 2004. - | 1,2                                | 5       | 2+7                    | -          |

|    |  |     |   |       |   |
|----|--|-----|---|-------|---|
|    | 471 с. (есть и пред.изд.)  |     |   |       |   |
| 2. | Высшая математика для экономистов [Электронный ресурс]: учебник / Н.Ш. Кремер, Б.А. Путко, И.М. Тришин, М.Н. Фридман ; под ред. Н.Ш. Кремера. - 3-е изд. - М. : Юнити-Дана, 2015. - 482 с. : граф. - («Золотой фонд российских учебников»). - Режим доступа: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=114541">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=114541</a> (дата обращения: 16.11.2016). | 1,2 | 5 | ЭБС   | - |
| 3. | Дунаев, А.А. Основы статистических методов компьютерной обработки результатов наблюдений: учебное пособие / А. А. Дунаев; РГУ им. С. А. Есенина. - Рязань : РГУ, 2008. - 180 с. (есть и пред. изд.)  | 2   | 5 | 17+34 | - |

### 5.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

1. BOOK.ru [Электронный ресурс] : электронная библиотека. – Доступ к полным текстам по паролю. – Режим доступа: <http://www.book.ru> (дата обращения: 15.04.2016).
2. Moodle [Электронный ресурс] : среда дистанционного обучения / Ряз. гос. ун-т. – Рязань, [Б.г.]. – Доступ, после регистрации из сети РГУ имени С. А. Есенина, из любой точки, имеющей доступ к Интернету. – Режим доступа: <http://e-learn2.rsu.edu.ru/moodle2> (дата обращения: 15.04.2016).
3. Znanium.com [Электронный ресурс] : электронная библиотека. – Доступ к полным текстам по паролю. – Режим доступа: <http://znanium.com> (дата обращения: 15.11.2016).
4. Polpred.com Обзор СМИ [Электронный ресурс] : сайт. – Доступ после регистрации из любой точки, имеющей доступ к Интернету. – Режим доступа: <http://polpred.com> (дата обращения: 15.11.2016).
5. Лань [Электронный ресурс] : электронная библиотека. – Доступ к полным текстам по паролю. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 01.03.2016).
6. Научная библиотека РГУ имени С. А. Есенина [Электронный ресурс] : сайт. – Режим доступа: <http://library.rsu.edu.ru>, свободный (дата обращения: 15.10.2015).
7. Труды преподавателей [Электронный ресурс] : коллекция // Электронная библиотека Научной библиотеки РГУ имени С. А. Есенина. – Доступ к полным текстам по паролю. – Режим доступа: <http://dspace.rsu.edu.ru/xmlui/handle/123456789/3> (дата обращения: 15.10.2015).
8. Университетская библиотека ONLINE [Электронный ресурс] : электронная библиотека. – Доступ к полным текстам по паролю. – Режим доступа: [http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red) (дата обращения: 15.10.2015).

9. Электронный каталог НБ РГУ имени С. А. Есенина [Электронный ресурс] : база данных содержит сведения о всех видах литературы, поступающих в фонд НБ РГУ имени С.А. Есенина. – Рязань, [1990 - ]. – Режим доступа: <http://library.rsu.edu.ru/marc>, свободный (дата обращения: 15.10.2015).

10. Юрайт [Электронный ресурс] : электронная библиотека. – Доступ к полным текстам по паролю. – Режим доступа: <https://www.biblio-online.ru> (дата обращения: 20.04.2017).

## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

### **6.1. Требования к аудиториям для проведения занятий:**

- Класс персональных компьютеров под управлением MS Windows 10 или MS Windows 8, включенных в корпоративную сеть университета; мультимедиапроектор, подключенный к компьютеру под управлением MS Windows 10 или MS Windows 8, включенному в корпоративную сеть университета.

- Стандартно оборудованные лекционные аудитории с видеопроектором, настенным экраном.

### **6.2. Требования к оборудованию рабочих мест преподавателя и обучающихся:**

- Ноутбук, проектор, персональные компьютеры с установленной ОС MS Windows 10 или MS Windows 8, пакет прикладных программ MS Office 10 или MS Office 13, MathCad14

### **6.3. Требование к специализированному оборудованию: нет требований**

## 7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

(Заполняется только для стандарта ФГОС ВПО)

## 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Пример указаний по видам учебных занятий приведен в виде таблицы

| Вид учебных занятий    | Организация деятельности студента  |
|------------------------|--|
| Лекция                 | Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии. Уделить внимание следующим понятиям ( <i>информация, защита информации, операционная система, программные средства</i> ) и др. |
| Практические занятия   | Проработка рабочей программы дисциплины, уделяя особое внимание целям и задачам, структуре и содержанию дисциплины. Конспектирование источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы, решение задач по алгоритму и др.  |
| Индивидуальные задания | Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующихся для запоминания и являющихся основополагающими в этой теме. Составление аннотаций к прочитанным литературным источникам и др.   |
| Реферат                | <i>Реферат:</i> Поиск литературы и составление библиографии, использование от 3 до 5 научных работ, изложение мнения авторов и своего суждения по выбранному вопросу; изложение основных аспектов проблемы. Ознакомиться со структурой и оформлением реферата.   |
| Подготовка к зачету    | При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.   |
| Подготовка к экзамену  | При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, выполненные лабораторные работы, рекомендуемую литературу и др.  |

## 9. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

1. Проверка домашних заданий и консультирование посредством электронной почты.
2. Использование слайд-презентаций при проведении лекционных и практических занятий.
3. Класс персональных компьютеров под управлением ОС MS Windows 10 или MS Windows 8, включенных в корпоративную сеть университета.
4. Пакет прикладных программ MS Office 10 или MS Office 13, MarhCad

## 10. ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММНОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

### Стандартный набор ПО (в компьютерных классах):

| Название ПО                                | № лицензии                           |
|--|--------------------------------------|
| Операционная система WindowsPro            | Договор №65/2019 от 02.10.2019       |
| Антивирус Kaspersky Endpoint Security      | Договор № 14-ЗК-2020 от 06.07.2020г. |
| Офисное приложение Libre Office            | Свободно распространяемое ПО         |
| Архиватор 7-zip                            | Свободно распространяемое ПО         |
| Браузер изображений Fast Stone ImageViewer | Свободно распространяемое ПО         |
| PDF ридер Foxit Reader                     | Свободно распространяемое ПО         |
| Медиа проигрыватель VLC mediaplayer        | Свободно распространяемое ПО         |
| Запись дисков Image Burn                   | Свободно распространяемое ПО         |
| DJVU браузер DjVuBrowser Plugin            | Свободно распространяемое ПО         |

### Стандартный набор ПО (для кафедральных ноутбуков):

| Название ПО                                | № лицензии                           |
|--|--------------------------------------|
| Операционная система Windows <sup>1</sup>  |                                      |
| Антивирус Kaspersky Endpoint Security      | Договор № 14-ЗК-2020 от 06.07.2020г. |
| Офисное приложение Libre Office            | Свободно распространяемое ПО         |
| Архиватор 7-zip                            | Свободно распространяемое ПО         |
| Браузер изображений Fast Stone ImageViewer | Свободно распространяемое ПО         |
| PDF ридер Foxit Reader                     | Свободно распространяемое ПО         |
| Медиа проигрыватель VLC mediaplayer        | Свободно распространяемое ПО         |
| Запись дисков Image Burn                   | Свободно распространяемое ПО         |
| DJVU браузер DjVuBrowser Plugin            | Свободно распространяемое ПО         |





## 11. ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ

### Примеры оценочных средств

| Вид контроля | Форма контроля                | Примеры оценочных средств  |
|--------------|-------------------------------|--|
| ВК           | -                             | -  |
| Тат          | Защита лабораторной работы №1 | Погрешности, причины возникновения, абсолютная и относительная погрешности.  |
|              |                               | Основные правила записи приближенных чисел.  |
|              |                               | Правила вычисления погрешностей при сложении и вычитании.  |
|              | Защита лабораторной работы №2 | Метод половинного деления.   |
|              |                               | Метод пропорциональных частей.   |
|              |                               | Метод касательных.   |
|              | Защита лабораторной работы №3 | Методы аппроксимации экспериментальных зависимостей.   |
|              |                               | Выбор наилучшей функции при аппроксимации.   |
|              |                               | Интерполяция.  |
|              | Защита лабораторной работы №4 | Постановка задачи интерполяции.  |
|              |                               | Метод интерполяции по Ньютону.   |
|              |                               | Интерполяционный полином Лагранжа.   |
|              | Защита лабораторной работы №5 | Численное дифференцирование. Особенности и задачи.   |
|              |                               | Численное дифференцирование на основе формулы Ньютона.   |
|              |                               | Нахождение производной по формуле Лагранжа.  |
|              | Защита лабораторной работы №6 | Численное интегрирование.  |
|              |                               | Формула Ньютона-Котеса.  |
|              |                               | Способы уменьшения погрешностей.   |
|              | Защита лабораторной работы №7 | Метод Эйлера.  |
|              |                               | Формула Тейлора.   |
|              |                               | Формула Эйлера-Коши.   |
|              | Защита лабораторной работы №8 | Метод Кунге-Кутта.   |
|              |                               | Решение ДУ n-го порядка.   |
|              |                               | Метод Адамса.  |
|              | Промежуточный тест            | 1. Точными методами решения задач, как правило, являются: <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Графические</li> <li>b. Проблемные</li> <li>c. Аналитические</li> <li>d. Численные</li> </ol>  |
|              |                               | 2. Все погрешности можно разделить на три вида: <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Аналитические, численные, формульные</li> <li>b. Неустраняемые, вычислительные, метода</li> <li>c. Численные, символьные, метода</li> </ol>  |
|              |                               | 3. Ноль в записи числа не является значащей цифрой, если он <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Находится левее отличной от нуля цифры</li> <li>b. Находится правее отличной от нуля цифры</li> <li>c. Находится в конце числа и является верной цифрой</li> <li>d. Находится в конце числа и не является верной цифрой</li> </ol> |
|              | Итоговый тест                 | 1. Построение функции близкой в некотором смысле к функции заданной таблично, называется: <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Точечной итерацией</li> <li>b. Непрерывной аппроксимацией</li> <li>c. Непрерывной итерацией</li> <li>d. Точечной аппроксимацией</li> </ol>   |

|  |         |   |
|--|---------|---|
|  |         | <p>2. Абсолютная погрешность <math>E_X</math> вычисляется по формуле (<math>\xi</math> – точное значение величины, <math>X</math>– приближенное значение величины):</p> <p>a. <math>E_X =  \xi + X </math>;</p> <p>b. <math>E_X =  \xi - X ^2</math>;</p> <p>c. <math>E_X =  \xi + X ^2</math>;</p> <p>d. <math>E_X =  \xi - X </math>.</p>   |
|  |         | <p>3. Число <math>X</math> является приближенным решением уравнения с одним неизвестным <math>F(X)=0</math> с точностью <math>\varepsilon</math>, если:</p> <p>a. <math>F(\xi) = 0,  \xi - X  \geq \varepsilon</math>;</p> <p>b. <math>F(\xi) = \varepsilon,  \xi - X  \leq 0</math>;</p> <p>c. <math>F(\xi) = 0,  \xi - X  \leq \varepsilon</math>;</p> <p>d. <math>F(\varepsilon) = 0,  \varepsilon - X  \leq \xi</math>.</p> |
|  | Реферат | <p>1. Численное решение для краевой задачи дифференциального уравнения 2-го порядка.</p> <p>2. Приближенное вычисление двумерных интегралов.</p> <p>3. Общий случай вычисления значения производной произвольного порядка.</p>  |
|  | Экзамен | <p>Билет 1.</p> <p>1. Решение нелинейных уравнений. Отделение корней. Метод перебора.</p> <p>2. Формула Симпсона.</p>   |
|  |         | <p>Билет 2.</p> <p>1. Численное интегрирование.</p> <p>2. Метод Адамса</p>  |
|  |         | <p>Билет 3.</p> <p>1. Обратная интерполяция.</p> <p>2. Формула Ньютона-Котеса.</p>  |

*Практическая работа*  
**МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ПОГРЕШНОСТЕЙ**

**Задания:**

1. Округляя точное значение  $A$  до трех значащих цифр, определить абсолютную  $\Delta$  и относительную  $\delta$  погрешности полученного приближенного значения.
2. Определить абсолютную погрешность приближенного значения  $a$  по его относительной погрешности  $\delta$ .
3. Решить задачу: при измерении длины с точностью до 5 м получено  $\alpha$  км, а при определении другой длины с точность до 0,5 см, получено  $\beta$  м. Какое измерение по своему качеству лучше?
4. Определить количество верных знаков  $n$  в числе  $x$ , если известна его предельная абсолютная погрешность  $\Delta x$ .
5. Определить количество верных знаков в числе  $a$ , если известна его предельная относительная погрешность  $\delta_a$ .
6. Найти сумму приближенных значений  $x_i$  ( $i=1, 2, 3$ ), считая все знаки  $x_i$  ( $i=1, 2, 3$ ) верными, т.е. абсолютная погрешность каждого слагаемого не превосходит половины единицы младшего разряда этого слагаемого. Определить предельные абсолютную и относительную погрешности суммы.

**Правило:** Чтобы сложить числа, имеющие различные абсолютные погрешности, и найти погрешность суммы, следует:

- 1) выделить наименее точные числа, т.е. числа с наибольшей абсолютной погрешностью;
- 2) остальные числа округлять, сохраняя один запасной десятичный знак по сравнению с ранее выделенными наименее точными слагаемыми;
- 3) сложить числа, учитывая все сохраненные знаки;
- 4) полученные результаты округлить на один знак;
- 5) полную абсолютную погрешность суммы складывать из трех компонент:
  - а) суммы предельных абсолютных погрешностей исходных чисел;
  - б) абсолютной величины суммы ошибок округления слагаемых (с учетом знаков ошибок округления) из п.2;
  - в) заключительной погрешности округления результата из п.4.
7. Найти абсолютную и относительную погрешности при вычислении объема цилиндра, если числовые значения высоты  $h$  и радиуса основания  $R$  имеют все верные знаки.
8. Привести пример потери точности при вычитании двух близких чисел.

*Числовые значения параметров к заданиям 1 – 4:*

| <b>№ варианта</b> | <b><math>A</math></b> | <b><math>a</math></b> | <b><math>\delta \%</math></b> | <b><math>\alpha</math></b> | <b><math>\beta</math></b> | <b><math>x</math></b> | <b><math>\Delta x</math></b> |
|-------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------------|----------------------------|---------------------------|-----------------------|------------------------------|
| 1                 | 2,1514                | 132,67                | 0,1                           | 17,52                      | 2                         | 0,3941                | $0,25 \cdot 10^{-2}$         |
| 2                 | 0,16152               | 2,32                  | 0,7                           | 19,48                      | 15                        | 0,1132                | $0,1 \cdot 10^{-3}$          |
| 3                 | 0,01204               | 35,7                  | 1                             | 1,7                        | 55                        | 38,2543               | $0,27 \cdot 10^{-2}$         |
| 4                 | 1,225                 | 0,896                 | 10                            | 13,2                       | 12                        | 293,481               | 0,1                          |
| 5                 | -0,001528             | 232,44                | 1                             | 79,81                      | 189                       | 2,325                 | $0,1 \cdot 10^{-1}$          |
| 6                 | -392,85               | 17,55                 | 11                            | 3,59                       | 95                        | 14,00231              | $0,1 \cdot 10^{-3}$          |
| 7                 | 0,1545                | 4,872                 | 5                             | 15,7                       | 71                        | 0,00842               | $0,1 \cdot 10^{-2}$          |
| 8                 | 0,003922              | 559,09                | 2,5                           | 18,1                       | 27                        | 0,00381               | $0,1 \cdot 10^{-4}$          |

| <i>№ варианта</i> | <i>A</i> | <i>a</i> | <i>δ %</i> | <i>α</i> | <i>β</i> | <i>x</i> | <i>Δx</i>            |
|-------------------|----------|----------|------------|----------|----------|----------|----------------------|
| 9                 | 625,55   | 70,13    | 0,9        | 37,5     | 950      | -32,285  | $0,2 \cdot 10^{-2}$  |
| 10                | 7,392    | 6720     | 1          | 25,2     | 39       | 3,7812   | $0,25 \cdot 10^{-2}$ |
| 11                | 0,7012   | 10,25    | 1,5        | 0,9      | 13       | 11,1332  | $0,1 \cdot 10^{-3}$  |
| 12                | -13,327  | 329      | 2          | 23,37    | 3        | 75,1814  | $0,1 \cdot 10^{-2}$  |

*Числовые значения параметров к заданиям 5 – 7:*

| <i>№ варианта</i> | <i>a</i> | <i>δ</i>            | <i>x<sub>1</sub></i> | <i>x<sub>2</sub></i> | <i>x<sub>3</sub></i> | <i>h</i> | <i>R</i> |
|-------------------|----------|---------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------|----------|
| 1                 | 1,8921   | $0,1 \cdot 10^{-2}$ | 0,1834               | 345,4                | 9,27                 | 3,49     | 8,6      |
| 2                 | 0,2218   | $0,2 \cdot 10^{-1}$ | 0,348                | 11,75                | 235,2                | 25,1     | 1,743    |
| 3                 | 22,351   | 0,1 %               | 0,0849               | 0,024                | 75,13                | 6,54     | 83,6     |
| 4                 | 0,024225 | $0,5 \cdot 10^{-2}$ | 0,145                | 321                  | 78,2                 | 2,52     | 14,1     |
| 5                 | 0,000135 | 0,15 %              | 0,301                | 193,1                | 11,58                | 1,78     | 9,1      |
| 6                 | 6,3598   | 0,1 %               | 398,5                | -72,28               | 0,34567              | 1,183    | 48,2     |
| 7                 | 0,11452  | 10 %                | 197,6                | 23,44                | 0,22                 | 56       | 7,2      |
| 8                 | 48361    | 1%                  | 201,55               | 0.17                 | 20,1                 | 6,5      | 0,52     |
| 9                 | 592,8    | 2%                  | 307,3                | 11,37                | 0,011                | 5,684    | 5,032    |
| 10                | 14,9360  | 1%                  | 0,087                | 48,57                | 1,4                  | 0,144    | 1,2      |
| 11                | 17,83    | $0,1 \cdot 10^{-1}$ | 3,2                  | 356,7                | 0,04811              | 71,61    | 4        |
| 12                | 3,175    | 0,1%                | 7,1948               | 34,56                | 0,1365               | 72,6     | 6,76     |

*Контрольные вопросы:*

1. Что называется абсолютной и относительной погрешностью приближенного числа?
2. Что называется значащей цифрой числа?
3. Что называется верными знаками числа?
4. Сформулировать правила оценки предельных погрешностей при выполнении операций над приближенными числами.

**Практическая работа**  
**ПРИБЛИЖЕННЫЕ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ НЕЛИНЕЙНЫХ УРАВНЕНИЙ С ОД-  
 НИМ НЕИЗВЕСТНЫМ**

**Задания:** Найти корень данного уравнения  $f(x)=0$  (см. таблицу) с точностью до  $\varepsilon = 10^{-6}$ :

1. методом бисекции;
2. методом касательных;
3. методом хорд.

**Порядок выполнения работы:**

- 1) Отделить корень уравнения.
- 2) Составить программу вычисления корня заданного уравнения методом бисекции. В программе предусмотреть:
  - a) повторение ввода при неверных исходных данных;
  - b) подсчет числа итераций, необходимых для достижения заданной точности;
  - c) проверку правильности результата путем вычисления невязки левой части уравнения.
- 3) Составить программу вычисления корня методом касательных. В программе предусмотреть:
  - a) вычисление количества сделанных итераций;
  - b) вычисление невязки;
  - c) проверку ввода начального приближения.
- 4) Провести вычисления при трех различных начальных приближениях. Проанализировать результаты на сходимость метода.
- 5) Сравнить результаты вычислений по методам бисекции и Ньютона по количеству итераций.
- 6) Составить программу вычисления корня методом хорд. В программе предусмотреть:
  - a) подсчет количества итераций;
  - b) подсчет невязку;
  - c) проверку ввода начальных приближений.

*Данные к заданию:*

| <i>№ варианта</i> | <i>Уравнение</i>                               | <i>№ варианта</i> | <i>Уравнение</i>          |
|-------------------|--|-------------------|---------------------------|
| 1                 | $\sqrt{x} - \cos 0.387x = 0$                   | 7                 | $e^{-x} + x^2 - 2 = 0$    |
| 2                 | $\sqrt{x} - 2 \cos \frac{\pi}{2}x = 0$         | 8                 | $x^2 + \cos x - 2 = 0$    |
| 3                 | $\operatorname{tg} \frac{\pi}{4}x - x - 3 = 0$ | 9                 | $x - \arccos x = 0$       |
| 4                 | $\operatorname{ctg} 1.05x - x^2 = 0$           | 10                | $e^{-2x} - 2x + 1 = 0$    |
| 5                 | $0.9x - \operatorname{arctg} x - 0.1 = 0$      | 11                | $\sqrt{x+1} = x^2 - 1$    |
| 6                 | $2x - \arcsin x - 0.1 = 0$                     | 12                | $\sin(x+1) = \frac{x}{2}$ |

*Контрольные вопросы:*

1. Отделение корней
2. Метод бисекции
3. Метод касательных
4. Метод хорд
5. Какие из методов обеспечивают скорейшую сходимость и почему?

**Практическая работа**  
**РЕШЕНИЕ СИСТЕМ ЛИНЕЙНЫХ АЛГЕБРАИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ**

*Задание:*

1. Решить систему уравнений методом Гаусса и вычислить невязку
2. Вычислить определитель методом Гаусса
3. Найти обратную матрицу методом Гаусса

*Данные к заданию:*

| №<br>варианта | Коэффициенты при неизвестных: |      |      |       | Свободный<br>член |
|---------------|-------------------------------|------|------|-------|-------------------|
|               | X1                            | X2   | X3   | X4    |                   |
| 1             | 8.30                          | 2.62 | 4.10 | 1.90  | -10.65            |
|               | 3.92                          | 8.45 | 7.78 | 2.46  | 12.21             |
|               | 3.77                          | 7.21 | 8.04 | 2.28  | 15.45             |
|               | 2.21                          | 3.65 | 1.69 | 6.99  | -8.35             |
| 2             | 7.5                           | 2.6  | 1.3  | 8.1   | 5.7               |
|               | 6.4                           | 3.3  | -2.4 | 1.7   | -2.1              |
|               | 0.1                           | -2.3 | 0.8  | -5.7  | 4.6               |
|               | 8.2                           | 0.1  | -5.3 | -7.6  | 5.1               |
| 3             | 6.5                           | 3.8  | -4.1 | 1.2   | 9.92              |
|               | 7.1                           | -2.7 | -1.4 | 1.4   | 6.95              |
|               | -1.8                          | -1.0 | 4.3  | 1.3   | 7.91              |
|               | 1.5                           | -3.4 | 7.8  | -1.8  | 15.09             |
| 4             | -3.0                          | 2.0  | -4.0 | 5.0   | 12.29             |
|               | 2.0                           | -1.0 | 1.0  | -11.5 | -12.69            |
|               | 1.0                           | -3.0 | -2.0 | 2.7   | 13.10             |
|               | 5.0                           | -1.0 | 3.0  | 7.8   | 56.93             |
| 5             | 6.0                           | -1.0 | -1.0 | 11.2  | 26.25             |
|               | -1.0                          | 6.0  | -1.0 | 5.7   | 39.59             |
|               | -1.0                          | -1.0 | 6.0  | 3.4   | 46.53             |
|               | 2.0                           | -1.0 | 3.0  | -1.40 | 10.22             |
| 6             | 0.7                           | -1.0 | 3.0  | 4.0   | 0.09              |
|               | 1.0                           | 1.0  | -8.0 | 24.0  | 10.11             |
|               | 3.0                           | -0.5 | -2.4 | 8.75  | 1.01              |
|               | 8.0                           | 7.0  | -0.7 | 10.1  | 0.92              |
| 7             | 1.0                           | -6.0 | 12.0 | -5.0  | 7.12              |
|               | -3.0                          | 7.0  | 2.0  | -1.0  | 7.89              |
|               | 6.0                           | -5.0 | -4.0 | 1.0   | 9.38              |
|               | 1.0                           | 2.0  | -1.0 | 1.0   | 11.19             |

|    |                             |                            |                             |                           |                                |
|----|-----------------------------|----------------------------|-----------------------------|---------------------------|--------------------------------|
|    |                             |                            |                             |                           |                                |
| 8  | 1.0<br>-3.0<br>-2.0<br>4.0  | -3.0<br>2.0<br>3.0<br>-1.0 | 4.0<br>-1.0<br>2.0<br>-4.0  | 5.0<br>3.0<br>0.0<br>-6.0 | 7.94<br>1.86<br>-3.89<br>15.54 |
| 9  | 2.0<br>3.0<br>3.0<br>0.0    | 1.0<br>2.0<br>-2.0<br>2.0  | -1.0<br>-4.0<br>-2.0<br>1.0 | 0.0<br>9.0<br>3.0<br>-5.0 | 7.44<br>0.87<br>4.85<br>9.45   |
| 10 | 5.0<br>2.0<br>-1.0<br>1.0   | 0.0<br>3.0<br>2.0<br>4.0   | 4.0<br>-4.0<br>1.0<br>-2.0  | 1.0<br>2.0<br>3.0<br>0.0  | -1.38<br>0.34<br>-4.99<br>1.88 |
| 11 | -1.2<br>6.1<br>-9.2<br>11.1 | 6.0<br>3.7<br>6.1<br>7.6   | 9.0<br>-6.1<br>13.1<br>16.9 | 1.1<br>7.6<br>1.6<br>-2.8 | 1.1<br>7.02<br>12.9<br>15.6    |
| 12 | 4.0<br>2.1<br>-6.2<br>8.1   | 2.0<br>5.2<br>5.1<br>0.1   | 6.3<br>-5.3<br>1.4<br>1.7   | 8.<br>1.0<br>1.7<br>3.0   | -1.82<br>2.39<br>-4.28<br>6.81 |

*Контрольные вопросы:*

1. К какому типу методов, прямым или итерационным, относится метод Гаусса?
2. В чем заключается прямой и обратный ход в схеме Гаусса?
3. Как вычисляется невязка?
4. Метод обратной матрицы и правило Крамера для решения систем линейных уравнений.
5. Как вычисляется определитель и обратная матрица методом Гаусса?
- 6.



**Практическая работа**  
**ИНТЕРПОЛИРОВАНИЕ ФУНКЦИЙ**

**Задание 1:** Функция  $y = f(x)$  задана таблицей. Построить по имеющимся данным интерполяционный полином Лагранжа и вычислить значение функции в точке  $x$ .

*Данные к заданию 1:*

| №  | Значения функции |        |        |        |        |         |          |          | x    |
|----|------------------|--------|--------|--------|--------|---------|----------|----------|------|
|    | X                | 0.03   | 0.38   | 0.59   | 0.64   | 0.79    | 0.86     | 0.97     |      |
| 1  | X                | 0.03   | 0.38   | 0.59   | 0.64   | 0.79    | 0.86     | 0.97     | 0.5  |
|    | Y                | 0.0296 | 0.3221 | 0.4637 | 0.4947 | 0.5822  | 0.6206   | 0.6780   |      |
| 2  | X                | 0.03   | 0.34   | 0.58   | 0.69   | 0.84    | 1.15     | 1.78     | 1.3  |
|    | Y                | 1.0335 | 1.4529 | 1.8912 | 2.1341 | 2.5164  | 3.5374   | 7.0677   |      |
| 3  | X                | 0.03   | 0.24   | 0.59   | 0.64   | 0.79    | 0.86     | 0.97     | 0.1  |
|    | Y                | 0.9996 | 0.9713 | 0.8309 | 0.8021 | 0.7038  | 0.6524   | 0.5653   |      |
| 4  | X                | 0.01   | 0.35   | 0.64   | 0.99   | 1.06    | 1.67     | 1.79     | 1.5  |
|    | Y                | 0.0101 | 0.4967 | 1.2137 | 2.6643 | 3.0596  | 8.8713   | 10.7211  |      |
| 5  | X                | 1.03   | 1.34   | 1.58   | 1.84   | 2.15    | 2.67     | 2.97     | 1.6  |
|    | Y                | 0.0296 | 0.2927 | 0.4574 | 0.6094 | 0.7655  | 0.9821   | 1.0886   |      |
| 6  | X                | 0.03   | 0.38   | 0.59   | 0.64   | 0.71    | 0.82     | 0.97     | 0.1  |
|    | Y                | 0.03   | 0.3709 | 0.5564 | 0.5972 | 0.6518  | 0.7311   | 0.8249   |      |
| 7  | X                | 0.02   | 0.45   | 0.67   | 0.93   | 1.57    | 1.69     | 1.82     | 1.1  |
|    | Y                | 1.0408 | 2.4596 | 3.8190 | 6.4237 | 23.1039 | 29.3708  | 38.0918  |      |
| 8  | X                | 1.04   | 1.35   | 1.57   | 1.79   | 2.13    | 2.37     | 2.97     | 1.2  |
|    | Y                | 1.0198 | 1.1619 | 1.2530 | 1.3379 | 1.4595  | 1.5395   | 1.7234   |      |
| 9  | X                | -0.92  | -0.78  | -0.54  | -0.36  | -0.21   | -0.07    | -0.01    | -0.4 |
|    | Y                | 0.3985 | 0.4584 | 0.5827 | 0.6977 | 0.8106  | 0.9324   | 0.99     |      |
| 10 | X                | 1.03   | 1.34   | 1.58   | 1.88   | 2.14    | 2.62     | 2.97     | 1.9  |
|    | Y                | 1.0099 | 1.1025 | 1.1647 | 1.2342 | 1.2887  | 1.3786   | 1.4374   |      |
| 11 | X                | 1.05   | 2.3    | 3.1    | 3.7    | 4.07    | 5.11     | 5.9      | 4.2  |
|    | Y                | 0.625  | 0.3822 | 0.253  | 0.166  | 0.116   | -0.01286 | -0.10064 |      |
| 12 | X                | 1.25   | 2.31   | 2.44   | 4.52   | 5.59    | 6.63     | 7.65     | 3.37 |
|    | Y                | 1.2465 | 0.8063 | 0.7636 | 0.2510 | 0.0635  | -0.0903  | -0.2211  |      |

**Задание 2:** Оценить погрешность интерполяции, допущенную при выполнении задания 1, если известно аналитическое задание функции  $y = f(x)$ .

*Данные к заданию 2:*

| 1          | 2     | 3         | 4      | 5        | 6         | 7        | 8          | 9     | 10            | 11                    | 12                    |
|------------|-------|-----------|--------|----------|-----------|----------|------------|-------|---------------|-----------------------|-----------------------|
| $\ln(1+x)$ | $3^x$ | $\cos(x)$ | $xe^x$ | $\ln(x)$ | $\sin(x)$ | $e^{2x}$ | $\sqrt{x}$ | $e^x$ | $\sqrt[3]{x}$ | $\ln \frac{17}{2x+7}$ | $\ln \frac{20}{3x+2}$ |

*Контрольные вопросы:*

1. В чем заключается постановка простейшей задачи интерполирования и ее геометрический смысл?

2. Какими свойствами обладает полином Лагранжа  $L_n(x)$ , построенный по заданной системе узлов  $x_0, x_1, \dots, x_n$  и интерполирующей функцию  $f(x)$  (расположение узлов, степень полинома, его связь с  $f(x)$ , проблема единственности)?
3. В каком случае возможна оценка остаточного члена интерполяционного полинома Лагранжа, и какова формула оценки?
4. Полином Ньютона (вывод полинома, почему существует правый и левый полином, остаточный член).

### **Практическая работа** **МЕТОДЫ ЧИСЛЕННОГО ИНТЕГРИРОВАНИЯ**

*Задания:*

1. Вычислить приближенное значение определенного интеграла  $\int_b^a f(x)dx$  от заданной функции (см. таблицу 1) по обобщенной формуле трапеций, если число частичных отрезков задано:  $n=20$  (составить программу). Оценить погрешность вычислений, пользуясь формулой остаточного члена.
2. Вычислить этот же интеграл по формуле средних прямоугольников. Оценить погрешность вычислений. Сравнить точность полученных по разным формулам результатов.
3. Вычислить определенный интеграл  $\int_b^a f(x)dx$  от заданной функции (см. таблицу 2) с точностью до  $\epsilon=10^{-6}$  по общей формуле Симпсона (составить программу с использованием формулы двойного пересчета).
4. Вычислить интеграл  $\int_b^a f(x)dx$  от заданной функции (см. таблицу 3) по формуле Гаусса, применяя для оценки точности двойной пересчет (при  $n_1 = 4$  и  $n_2 = 5$ ).

*Данные к заданию 1-2(таблица 1):*

| <i>№</i> | <i>f(x)</i>            | <i>a</i> | <i>b</i> |
|----------|------------------------|----------|----------|
| 1        | $-\frac{4}{(1+8x)^2}$  | 0        | 3        |
| 2        | $\frac{5}{(4x-3)^3}$   | 4        | 6        |
| 3        | $\frac{12}{(4x-9)^2}$  | 0        | 1        |
| 4        | $\frac{17}{(1-3x)^3}$  | -3       | -1       |
| 5        | $\frac{9}{(5x+7)^2}$   | 2        | 3        |
| 6        | $-\frac{21}{(6-7x)^2}$ | -2       | 0        |
| 7        | $-\frac{3}{(15x-9)^3}$ | -1       | 0        |
| 8        | $\frac{20}{12x-5}$     | 1        | 4        |

| <i>№</i> | <i>f(x)</i>           | <i>a</i> | <i>b</i> |
|----------|-----------------------|----------|----------|
| 9        | $-\frac{15}{(2-x)^3}$ | 3        | 5        |
| 10       | $\frac{8}{(3x+4)^2}$  | 0        | 1        |
| 11       | $\frac{1}{x^2+1}$     | 1        | 3        |
| 12       | $\frac{2}{(x-2)^2}$   | 0        | 1        |

Данные к заданию 3 (таблица 2):

| <i>№</i> | <i>f(x)</i>                  | <i>a</i> | <i>b</i> |
|----------|------------------------------|----------|----------|
| 1        | $\frac{x}{\sqrt{1+x^3}}$     | 0.8      | 1.8      |
| 2        | $\frac{x}{\sqrt{6-x^3}}$     | 0.8      | 1.8      |
| 3        | $\sqrt{x+x^3}$               | 0.6      | 1.6      |
| 4        | $\sqrt{x+x^4}$               | 3        | 4        |
| 5        | $\frac{x}{\sqrt{1+x^2}}$     | 1        | 2        |
| 6        | $\frac{x-1}{\sqrt{1+x^3}}$   | 2        | 3        |
| 7        | $\frac{x+1}{\sqrt{x^3-1}}$   | 3        | 4        |
| 8        | $\frac{1+x^2}{\sqrt{x^3+1}}$ | 1.3      | 2        |
| 9        | $\frac{3x}{\sqrt{1+x^3}}$    | 0        | 1        |
| 10       | $\frac{x-1}{\sqrt{x^3-1}}$   | 2        | 3        |
| 11       | $\frac{1}{\sqrt{2x^2+1}}$    | 0.8      | 2.8      |
| 12       | $\frac{1}{\sqrt{2x^2+0.3}}$  | 2        | 4        |

Данные к заданию 4 (таблица 3):

| $N_2$ | $f(x)$                         | $a$  | $b$ |
|-------|--------------------------------|------|-----|
| 1     | $\frac{x^2}{\sqrt{x^2+1}}$     | -0.5 | 1.3 |
| 2     | $\frac{x+2}{\sqrt{x^2+1}}$     | 2    | 3.2 |
| 3     | $\frac{x^2+0.5}{\sqrt{x^2+1}}$ | 0.5  | 1.6 |
| 4     | $\frac{x^2}{\sqrt{x+1}}$       | 2.2  | 3.4 |
| 5     | $\frac{x-0.5}{\sqrt{x^2-1}}$   | 1.2  | 2   |
| 6     | $\frac{x+1}{\sqrt{x^2+2}}$     | 2.2  | 3.8 |
| 7     | $\frac{\sqrt{x^2+1}}{x+2}$     | 0.2  | 2.4 |
| 8     | $\frac{x}{\sqrt{x^2+3}}$       | 1    | 2.6 |
| 9     | $\frac{0.5x+2}{\sqrt{x^2+1}}$  | 0.8  | 1.6 |
| 10    | $\frac{x+1}{\sqrt{x^2+1}}$     | -0.4 | 1.6 |
| 11    | $\frac{x^2}{\sqrt{x^2+4}}$     | -0.8 | 1.4 |
| 12    | $\frac{x+0.5}{\sqrt{x^2+1.5}}$ | 2.6  | 3.4 |

Контрольные вопросы:

1. Понятие определенного интеграла.
2. В чем заключается принцип двойного пересчета?
3. Геометрический смысл квадратурных формул?
4. Оценка точности квадратурных формул?
5. Формулы трапеции и прямоугольников.
6. Формула Симпсона.

**Практическая работа**  
**ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ КОШИ ДЛЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ**  
**УРАВНЕНИЙ ПЕРВОГО ПОРЯДКА**

**Задания:** Применяя метод Эйлера, численно решить на отрезке  $[a, b]$ :

1. дифференциальное уравнение 1-го порядка  $y' = f(x, y)$ , удовлетворяющее начальному условию  $y(x_0) = y_0$  (см. таблицу 1);

2. систему дифференциальных уравнений 1-го порядка  $\begin{cases} y' = f_1(x, y, z) \\ z' = f_2(x, y, z) \end{cases}$ ,

1. удовлетворяющую начальным условиям:  $y(x_0) = y_0, z(x_0) = z_0$  (см. таблицу 2).

*Данные к заданию 1:*

| № варианта | Уравнение                           | $x_0$ | $y_0$ | $a$ | $b$ | $h$ |
|------------|-------------------------------------|-------|-------|-----|-----|-----|
| 1          | $y' = x + \cos \frac{y}{\sqrt{5}}$  | 1.8   | 2.6   | 1.8 | 2.8 | 0.1 |
| 2          | $y' = x + \cos \frac{y}{\pi}$       | 1.7   | 5.3   | 1.7 | 2.7 | 0.1 |
| 3          | $y' = x + \cos \frac{y}{e}$         | 1.4   | 2.5   | 1.4 | 2.4 | 0.1 |
| 4          | $y' = x + \cos \frac{y}{\sqrt{11}}$ | 2.1   | 2.5   | 2.1 | 3.1 | 0.1 |
| 5          | $y' = x + \cos \frac{y}{2.5}$       | 1.4   | 2.2   | 1.4 | 2.4 | 0.1 |
| 6          | $y' = x + \sin \frac{y}{\sqrt{10}}$ | 0.6   | 0.8   | 0.6 | 1.6 | 0.1 |
| 7          | $y' = x + \sin \frac{y}{\pi}$       | 1.7   | 5.3   | 1.7 | 2.7 | 0.1 |
| 8          | $y' = x + \sin \frac{y}{e}$         | 1.4   | 2.5   | 1.4 | 2.4 | 0.1 |
| 9          | $y' = x + \sin \frac{y}{\sqrt{3}}$  | 1.1   | 1.5   | 1.1 | 2.1 | 0.1 |
| 10         | $y' = x + \sin \frac{4y}{5}$        | 0.5   | 1.8   | 0.5 | 1.5 | 0.1 |
| 11         | $y' = xy^3 - x^2$                   | 4     | 0.7   | 4   | 5   | 0.1 |
| 12         | $y' = \sin(x + y) + \frac{3}{2}$    | 1.5   | 0.5   | 1.5 | 2.5 | 0.1 |

Данные к заданию 2:

| №<br>варианта | Система   | $x_0$ | $y_0$ | $z_0$ | $a$ | $b$ | $h$  |
|---------------|---|-------|-------|-------|-----|-----|------|
| 1             | $y' = (z - y)x$<br>$z' = (z + y)x$                              | 0     | 1     | 1     | 0   | 1   | 0.1  |
| 2             | $y' = -yz + \frac{\sin x}{x}$<br>$z' = -z^2 + \frac{3x}{1+x^2}$ | 0.1   | 0     | -0.4  | 0   | 1   | 0.1  |
| 3             | $y' = z - (0.2y + 0.8z)y$<br>$z' = e^y - (y + 0.2z)y$           | 0     | 1     | 0     | 0   | 3   | 0.3  |
| 4             | $y' = z - (y + 0.2z)y$<br>$z' = e^y - (y - z)y$                 | 0     | 1     | 0     | 0   | 1   | 0.1  |
| 5             | $y' = z - (1.6y + 0.4z)y$<br>$z' = e^y - (y - 1.6z)y$           | 0     | 1     | 0     | 0   | 2   | 0.2  |
| 6             | $y' = z - (0.25y + 2z)y$<br>$z' = e^y - (y - 0.25z)y$           | 0     | 1     | 0     | 0   | 1   | 0.1  |
| 7             | $y' = z - (y + 0.5z)y$<br>$z' = e^y - (y - z)y$                 | 0     | 1     | 0     | 0   | 1   | 0.1  |
| 8             | $y' = z - (0.5y + 2z)y$<br>$z' = e^y - (y - 0.5z)y$             | 0     | 1     | 0     | 0   | 3   | 0.3  |
| 9             | $y' = z - (y - z)y$<br>$z' = e^y - (y - z)y$                    | 0     | 1     | 0     | 0   | 0.5 | 0.05 |
| 10            | $y' = z - (4y - z)y$<br>$z' = e^y - (y - 4z)y$                  | 0     | 1     | 0     | 0   | 0.5 | 0.05 |
| 11            | $y' = z - (y + z)y$<br>$z' = e^y - (0.1y - z)y$                 | 0     | 1     | 0     | 0   | 2   | 0.2  |
| 12            | $y' = z - (x + 0.2z)y$<br>$z' = e^y - (y - z)y$                 | 0     | 1     | 0     | 0   | 1   | 0.1  |

Контрольные вопросы:

2. Понятие дифференциального уравнения (геометрический смысл, типы, частное и общее решение).
3. Задача Коши и краевая задача.
4. В какой форме получается приближенное решение дифференциального уравнения по методу Эйлера?
5. Метод Эйлера для решения систем дифференциальных уравнений.
6. Метод Рунге-Кутты.

**Практическая работа**  
**МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ**

*Задания:*

1. для заданной функции определить интервал, на котором она унимодальная;
2. методом золотого сечения найти минимум функции и сравнить его с точным значением.

*Данные к заданию:*

| <i>№ варианта</i> | <i>Задание</i>                            |
|-------------------|---|
| 1                 | $y = 24 - \frac{2}{3}x + \frac{1}{30}x^2$ |
| 2                 | $y = x\sqrt{1-x^2}$                       |
| 3                 | $y = (x-5)e^x$                            |
| 4                 | $y = x^4 - 6x^2 + 10$                     |
| 5                 | $y = \frac{1}{3x^3} - x^2 + \frac{1}{3}$  |
| 6                 | $y = -(x-1)^2(x+1)^3$                     |
| 7                 | $y = x^3 - 3x + 3$                        |
| 8                 | $y = -x - \frac{1}{x} + 10$               |
| 9                 | $y = 3x^4 - 3x^3$                         |
| 10                | $y = \frac{1}{x} + 4\sqrt{x}$             |
| 11                | $y = 0.1x^4 - 8x$                         |
| 12                | $y = x^4 - 6x^2 + 10$                     |

*Контрольные вопросы:*

1. Основные понятия (понятие оптимизации, проектный параметр, целевая функция, типы задач оптимизации).  
Опишите метод золотого сечения. Какие еще методы оптимизации существуют.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ  
АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

*Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине  
для промежуточного контроля успеваемости*

| №<br>п/п | Контролируемые разделы (темы)<br>дисциплины (результаты по разде-<br>лам)                                | Код контролируе-<br>мой компетенции<br>(или её части) | Наименование<br>оценочного сред-<br>ства |
|----------|--|---|--|
| 1.       | <i>Основы теории погрешностей, расчет погрешностей</i>   | ОПК-1<br>ОПК-2<br>ОПК-4<br>ПК-2                       | Зачет<br>Экзамен                         |
| 2.       | <i>Решение нелинейных уравнений с одним неизвестным</i>  |   |  |
| 3.       | <i>Решение систем линейных уравнений, систем нелинейных уравнений</i>                                    |   |  |
| 4.       | <i>Аппроксимация функций, метод наименьших квадратов</i>   |   |  |
| 5.       | <i>Интерполирование функций, обратная интерполяция</i>   |   |  |
| 6.       | <i>Численное дифференцирование на основе интерполяционных полиномов, безразностное дифференцирование</i> |   |  |
| 7.       | <i>Численное интегрирование, формула Ньютона-Котеса</i>  |   |  |
| 8.       | <i>Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений</i>                                  |   |  |
| 9.       | <i>Численные методы решения дифференциальных уравнений в частных производных</i>                         |   |  |
| 10.      | <i>Корреляционный анализ. Прямое и обратное преобразования Фурье, преобразование Уолша</i>               |   |  |



## ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОБУЧЕНИЯ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

| Индекс компетенции | Содержание компетенции   | Элементы компетенции  | Индекс элемента                              |
|--------------------|--|---|--|
| ОПК-1              | готовностью использовать фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа, алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений, дискретной математики и математической логики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики в будущей профессиональной деятельности. | знать   |  |
|                    |  | 1. основные понятия теории вероятностей<br>2. формулировки основных аксиом и теорем<br>3. методы решения задач  | ОПК-1 З1<br>ОПК-1 З2<br>ОПК-1 З3             |
|                    |  | уметь   |  |
|                    |  | 1. работать с компьютером в качестве пользователя<br>2. приобретать новые знания<br>3. использовать фундаментальные знания в области комплексного анализа в профессиональной деятельности<br>4. использовать современные информационные технологии. | ОПК-1 У1<br>ОПК-1 У2<br>ОПК-1 У2<br>ОПК-1 У3 |
|                    |  | владеть   |  |
|                    |  | 1. навыками получения информации из Интернета<br>2. грамотного оформления, курсовых и дипломных работ<br>3. грамотного оформления научных статей  | ОПК-1 В1<br>ОПК-1 В2<br>ОПК-1 В3             |
| ОПК-2              | способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности  | знать   |  |
|                    |  | 1. основные понятия математического анализа<br>2. формулировки основных аксиом и теорем<br>3. методы решения задач  | ОПК-2 З1<br>ОПК-2 З2<br>ОПК-2 З3             |
|                    |  | уметь   |  |
|                    |  | 1. работать с компьютером в качестве пользователя<br>2. приобретать новые знания<br>3. использовать современные образовательные технологии<br>4. использовать современные информационные технологии.  | ОПК-2 У1<br>ОПК-2 У2<br>ОПК-2 У3<br>ОПК-2 У1 |
|                    |  | владеть   |  |
|                    |  | 1. навыками получения информации из Интернета<br>2. грамотного оформления, курсовых и дипломных работ<br>3. грамотного оформления научных статей  | ОПК-2 В1<br>ОПК-2 В2<br>ОПК-2 В3             |

|   |   |  |                                   |
|---|---|--|-----------------------------------|
| ОПК-4   | способностью находить, анализировать, реализовывать программно и использовать на практике математические алгоритмы, в том числе с применением современных вычислительных систем | знать  |                                   |
|   |   | 1. Основы алгоритмизации<br>2. Основы программирования.<br>3. Современные вычислительные системы                                 | ОПК-4 31<br>ОПК-4 32<br>ОПК-4 33  |
|   |   | уметь  |                                   |
|   |   | 1. составить алгоритм решения задачи,  | ОПК-4 У1                          |
|   |   | 2. написать программу по заданному алгоритму   | ОПК-4 У2                          |
|   |   | 3. отредактировать и отладить программу  | ОПК-4 У3                          |
|   |   | владеть  |                                   |
| 1. Основными приемами работы в алгоритмических языках<br>2. Навыками программирования.<br>3. Навыками применением современных вычислительных систем                   | ОПК-4 В1<br><br>ОПК-4 В2<br>ОПК-4 В3  |  |                                   |
| ПК-2  | способностью математически корректно ставить естественнонаучные задачи, знание постановок классических задач математики   | знать  |                                   |
|   |   | 1. Основные понятия<br>2. Терминологию<br>3. Методы вычислений.  | ПК-2 31<br>ПК-2 32<br>ПК-2 33     |
|   |   | уметь  |                                   |
|   |   | 1. Производить вычисления в соответствии с алгоритмом<br>2. Пользоваться программой.<br>3. Проводить оценку точности результата. | ПК-2 У1<br><br>ПК-2 У2<br>ПК-2 У3 |
|   |   | владеть  |                                   |
| 1. Навыками анализа точности решения.<br>2. Навыками корректной постановки задач на компьютере.<br>3. Подбором алгоритмов для различных классов вычислительных задач. | ПК-2 В1<br><br>ПК-2 В2<br>ПК-2 В3   |  |                                   |

## КОМПЛЕКТ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### Зачет

| №   | *Содержание оценочного средства   | Индекс оцениваемой компетенции и ее элементов |
|-----|---|---|
| 1.  | Запишите формулу для вычисления второй производной «в центре».  | ОПК-1 31<br>ПК-2 31                           |
| 2.  | Необходимо сделать не менее ..... итераций, чтобы найти корень уравнения $\exp(-x) - \sin(x) = 0$ с точностью $\varepsilon = 10^{-3}$ методом бисекции на отрезке $[0; 1]$ .  | ОПК-2 31                                      |
| 3.  | Чтобы построить полином Лагранжа 6-ой степени необходимо ..... узлов интерполяции.  | ОПК-2 В1<br>ОПК-4 У2                          |
| 4.  | При уточнении корня уравнения на отрезке $[a; b]$ методом хорд в качестве начального приближения следует взять $b$ , если.....  | ОПК-1 31<br>ОПК-4 У3                          |
| 5.  | При уточнении корня уравнения на отрезке $[a; b]$ методом хорд в качестве начального приближения следует взять $a$ , если.....  | ОПК-1 У1                                      |
| 6.  | При каких условиях метод Ньютона не определен? Приведите пример.  | ОПК-2 У1<br>ПК-2 В1                           |
| 7.  | Какой из концов отрезка $[a; b]$ следует выбрать в качестве начального приближения в методе Ньютона, если $f'(x) > 0$ , и $f(a) < 0$ ?  | ОПК-2 В1<br>ПК-2 В1                           |
| 8.  | Какой из концов отрезка $[a; b]$ следует выбрать в качестве начального приближения в методе Ньютона, если $f'(x) < 0$ , и $f(b) > 0$ ?  | ОПК-1 У1<br>ОПК-4 У2                          |
| 9.  | Сформулируйте достаточное условие сходимости итерационного процесса при нахождении корня уравнения.   | ОПК-4 31<br>ПК-2 31                           |
| 10. | Почему итерационные методы являются самоисправляющимися?  | ОПК-1 У1<br>ПК-2 У1                           |
| 11. | Запишите условие прекращения итераций для нахождения корня уравнения с точностью $\varepsilon$ .  | ОПК-2 В1                                      |
| 12. | При каких значениях $q$ условием прекращения итераций для нахождения корня с точностью $\varepsilon$ можно считать условие $x_n - x_{n-1} < \varepsilon$ ?  | ОПК-1 У1<br>ОПК-4 31                          |
| 13. | Докажите, что если определить функцию $\phi(x)$ по формуле $\phi(x) = x - \frac{f(x)}{k}$ , где $ k  > \frac{Q}{2}$ , $Q = \max_{[a;b]}  f'(x) $ , а знак $k$ совпадает со знаком $f'(x)$ на отрезке $[a; b]$ , то уравнение $x = \phi(x)$ эквивалентно уравнению $f(x) = 0$ , а функция $\phi(x)$ удовлетворяет достаточному условию сходимости. | ОПК-4 У2<br>ПК-2 31<br>ОПК-1 У1               |

| №   | *Содержание оценочного средства  | Индекс оцениваемой компетенции и ее элементов |
|-----|--|---|
| 14. | Напишите достаточное условие сходимости метода итераций для метрики $\rho(x, y) = \max_{1 \leq i \leq n} x_i - y_i$ ,  | ОПК-1 В1                                      |
| 15. | Напишите достаточное условие сходимости метода итераций для метрики $\rho(x, y) = \sum_{i=1}^n x_i - y_i$ ,  | ОПК-4 У3<br>ПК-2 З1                           |
| 16. | Напишите достаточное условие сходимости метода итераций для метрики $\rho(x, y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2}$   | ОПК-4 У1<br>ПК-2 В1                           |
| 17. | Решение системы линейных уравнений найдено с точностью $\epsilon$ , если выполняется условие:  | ОПК-1 В1<br>ОПК-4 З1                          |
| 18. | Скорость сходимости метода Зейделя выше, чем метода простых итераций, когда выполняется условие сходимости: А).<br>$q = \max_{1 \leq j \leq n} \sum_{i=1}^n \alpha_{ij} < 1$ Б). $q = \max_{1 \leq i \leq n} \sum_{j=1}^n  \alpha_{ij}  < 1$ В). $q = \sqrt{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \alpha_{ij}^2} < 1$                                | ПК-2 У1<br>ОПК-1 У1                           |
| 19. | Выведите формулу для оценки погрешности численного дифференцирования «назад».  | ОПК-1 В1<br>ПК-2 В1                           |
| 20. | Погрешность численного дифференцирования по «центральной» формуле оценивается из неравенства : а). $R \leq \frac{1}{2} M \cdot h$ б).<br>$R \leq \frac{1}{8} M_2 \cdot h$ в). $R \leq \frac{1}{6} M_3 \cdot h^2$   | ОПК-4 У1                                      |
| 21. | Если значения функции $y(x)$ рассчитываются с погрешностью $\epsilon$ , то оптимальный шаг численного дифференцирования по «центральной» формуле следует определять из соотношения: а).<br>$h_{opt} = \sqrt[3]{\frac{8\epsilon}{M_2}}$ б). $h_{opt} = \sqrt[3]{\frac{3\epsilon}{M_3}}$ в). $h_{opt} = \sqrt[3]{\frac{\epsilon^2}{2M_3}}$ | ОПК-4 У2                                      |
| 22. | Какие ограничения накладываются на распределение узлов интерполяции по отрезку интерполирования при построении полинома Лагранжа?  | ПК-2 В1                                       |
| 23. | Необходимо определить производную .....-го порядка от функции $f(x)$ , чтобы оценить погрешность интерполяции этой функции полиномом Лагранжа 5-ой степени.  | ПК-2 В1                                       |
| 24. | Как изменится оптимальный шаг численного дифференцирования по «центральной» формуле, если погрешность $\epsilon$ , с которой рассчитываются значения функции $y(x)$ , уменьшится втрое?  | ОПК-4 З1<br>ПК-2 В1                           |

| №   | *Содержание оценочного средства  | Индекс оцениваемой компетенции и ее элементов |
|-----|--|---|
| 25. | $\int_0^1 (\sqrt{x} + \ln(x)) dx$ Расчет интеграла методом ..... прямоугольников даст завышенное значение.   | ОПК-4 У1<br>ОПК-2 31                          |
| 26. | При расчете интеграла по формуле Симпсона подынтегральная функция на отрезке длиной $2h$ аппроксимируется полиномом .....-ой степени.  | ОПК-1 В1<br>ОПК-2 31                          |
| 27. | Погрешность метода «средних» прямоугольников оценивается из неравенства: а). $R \leq \frac{(b-a)h^2}{24} M_2$ б). $R \leq \frac{(b-a)h}{2} M_1$ в). $R \leq \frac{(b-a)h^4}{180} M_4$  | ОПК-4 У3<br>ОПК-1 31                          |
| 28. | Погрешность по методу Рунге для квадратурной формулы Симпсона оценивается из приближенного равенства: а). $R \approx J_n - J_{2n}$ б). $R \approx \frac{J_n - J_{2n}}{3}$ в). $R \approx \frac{J_n - J_{2n}}{15}$ г). $R \approx \frac{J_n - J_{2n}}{7}$ | ОПК-4 У1<br>ПК-2 В1                           |
| 29. | Квадратурная формула Чебышева с $n$ узлами дает точный результат для полинома степени .....  | ОПК-1 В1<br>ОПК-4 31                          |
| 30. | Квадратурная формула Гаусса с $n$ узлами дает точный результат для полинома степени .....  | ОПК-1 У1<br>ПК-2 У1                           |

### ПОКАЗАТЕЛИ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ (Шкалы оценивания)

Результаты выполнения обучающимся заданий на зачете оцениваются по шкале «зачтено» - «не зачтено».

В основе оценивания лежат критерии порогового и повышенного уровня характеристик компетенций или их составляющих частей, формируемых на учебных занятиях по дисциплине «Математика».

«Зачтено» – оценка соответствует повышенному и пороговому уровню и выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал учебной литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

«Не зачтено» - оценка выставляется обучающемуся, который не достигает порогового уровня, демонстрирует непонимание проблемы, не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы.

## Экзамен

| №   | *Содержание оценочного средства   | Индекс оцениваемой компетенции и ее элементов |
|-----|---|---|
| 1.  | Охарактеризуйте источники и классификация погрешностей. Погрешность численного решения задачи                       | ОПК-1 З1<br>ПК-2 З1                           |
| 2.  | Приведите примеры решения нелинейного уравнения (общая постановка задачи)   | ОПК-2 З1                                      |
| 3.  | Охарактеризуйте методы решения уравнений с одной переменной (метод половинного деления)                             | ОПК-1 З1<br>ПК-2 З1                           |
| 4.  | Охарактеризуйте методы решения уравнений с одной переменной (метод касательных)                                     | ОПК-2 З1<br>ПК-2 У1                           |
| 5.  | Охарактеризуйте методы решения уравнений с одной переменной (метод хорд)  | ОПК-1 З1<br>ОПК-4 У2<br>ПК-2 У1               |
| 6.  | Охарактеризуйте методы решения уравнений с одной переменной (комбинированное применение методов хорд и касательных) | ОПК-2 У1<br>ОПК-4 У3                          |
| 7.  | Приведите примеры решения системы линейных уравнений (постановка задачи, формулы Крамера)                           | ОПК-1 З1<br>ПК-2 З1                           |
| 8.  | Приведите примеры решения системы линейных уравнений (Метод Гаусса)   | ОПК-2 З1                                      |
| 9.  | Приведите примеры решения системы линейных уравнений (Метод Гаусса с выбором главного элемента)                     | ОПК-2 В1<br>ОПК-4 У2                          |
| 10. | Приведите примеры решения системы линейных уравнений (метод простых итераций)                                       | ОПК-1 З1<br>ОПК-4 У3                          |
| 11. | Приведите примеры решения системы линейных уравнений (метод Зейделя)  | ОПК-1 У1                                      |
| 12. | Приведите примеры интерполяционных многочленов. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Погрешность интерполяции       | ОПК-2 У1<br>ОПК-1 В1                          |
| 13. | Приведите примеры интерполяционных многочленов. Интерполяционный многочлен Ньютона (интерполирования вперед)        | ОПК-2 В1<br>ОПК-2 В1                          |
| 14. | Приведите примеры интерполяционных многочленов. Интерполяционный многочлен Ньютона (интерполирования назад)         | ОПК-1 У1<br>ОПК-4 У2                          |
| 15. | Охарактеризуйте методы численного дифференцирования   | ОПК-4 З1<br>ОПК-7 З1                          |
| 16. | Проведите качественный анализ приближенных методов вычисления определенных интегралов (Метод прямо-                 | ОПК-1 У1<br>ПК-2 У1                           |

|     |  |                                 |
|-----|--|---------------------------------|
|     | угольников)  |                                 |
| 17. | Проведите качественный анализ приближенных методов вычисления определенных интегралов (Метод трапеций)   | ОПК-2 В1                        |
| 18. | Проведите качественный анализ приближенных методов вычисления определенных интегралов (Метод парабол)  | ОПК-1 У1<br>ОПК-4 З1            |
| 19. | Приведите примеры использования Формулы Ньютона-Котеса   | ОПК-4 У2<br>ПК-2 З1<br>ОПК-1 У1 |
| 20. | Приведите примеры использования Квадратурной формулы Гаусса  | ОПК-1 В1                        |
| 21. | Проведите качественный анализ численных методов решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений (основные определения, постановка задачи, группы методов). | ОПК-4 У3<br>ОПК-2 З1            |
| 22. | Приведите примеры интегрирования дифференциальных уравнений с помощью степенных рядов (Дифференциальное уравнение n-ого порядка)   | ОПК-4 У1<br>ОПК-2 В1            |
| 23. | Приведите примеры интегрирование дифференциальных уравнений с помощью степенных рядов (Система дифференциальных уравнений)   | ОПК-1 В1<br>ОПК-4 З1            |
| 24. | Охарактеризуйте метод Пикара последовательных приближений (Дифференциальное уравнение n-ого порядка)   | ПК-2 У1<br>ПК-1 У1              |
| 25. | Охарактеризуйте метод Пикара последовательных приближений (Система дифференциальных уравнений)   | ОПК-1 В1<br>ОПК-1 В1            |
| 26. | Приведите примеры использования Метода Эйлера  | ОПК-4 У1                        |
| 27. | Приведите примеры использования Метода Рунге–Кутты   | ОПК-4 У2                        |
| 28. | Приведите примеры использования Метода Адамса  | ПК-2 В1                         |
| 29. | Приведите примеры использования Метода конечных разностей  | ПК-2 В1                         |
| 30. | Проанализируйте общая схема решения задач численного анализа. Аппроксимация, устойчивость, сходимость  | ОПК-4 З1<br>ПК-2 В1             |
| 31. | Проведите классификацию дифференциальных уравнений с частными производными   | ОПК-4 У1<br>ПК-2 З1             |
| 32. | Численное интегрирование дифференциальных уравнений в частных производных (Начальные и краевые условия, задача Коши)   | ОПК-2 В1<br>ОПК-1 З1            |
| 33. | Используя метод хорд найти положительный корень уравнения $x^4 - 0,2x^2 - 0,2x - 1,2 = 0$  | ОПК-4 У3<br>ОПК-1 З1            |
| 34. | Вычислить методом Ньютона отрицательный корень уравнения $x^4 - 3x^2 + 75x - 10000 = 0$  | ОПК-4 У1<br>ПК-2 В1             |

|     |  |                                |
|-----|--|--------------------------------|
| 35. | Найти действительные корни уравнения $x - \sin x = 0,25$   | ОПК-1 В1<br>ОПК-4 31           |
| 36. | Методом хорд уточнить корень уравнения $x^3 - 2x - 3 = 0$ , $\xi[1;2]$ ; $\varepsilon = 10^{-3}$   | ОПК-1 У1<br>ПК-2 У1            |
| 37. | Написать программу вычисления приближенного значения определенного интеграла методом прямоугольников, трапеций и Симпсона.<br>Интеграл от 0 до 1 $\cos x^2 dx$   | ОПК-2 В1                       |
| 38. | Найдите решения дифференциального уравнения первого порядка, удовлетворяющего начальным условиям на промежутке $[a, b]$ с шагом $h=0,1$ :<br>методом Эйлера;<br>Уравнение: $y = 0.2x^2 + y^2$<br>$y(x_0) = 0.7 [0;1]$      | ОПК-1 У1<br>ОПК-4 31           |
| 39. | Найдите решения дифференциального уравнения первого порядка, удовлетворяющего начальным условиям на промежутке $[a, b]$ с шагом $h=0,1$ :<br>методом Рунге-Кутты;<br>Уравнение: $y = 0.2x^2 + y^2$<br>$y(x_0) = 0.7 [0;1]$ | ОПК-4 У2<br>ПК-2 31<br>ПК-2 У1 |
| 40. | Найдите решения дифференциального уравнения первого порядка, удовлетворяющего начальным условиям на промежутке $[a, b]$ с шагом $h=0,1$ :<br>методом Адамса.<br>Уравнение: $y = 0.2x^2 + y^2$<br>$y(x_0) = 0.7 [0;1]$      | ОПК-4 У2<br>ПК-2 31            |
| 41. | Вычислить интеграл $\int_0^1 (\ln(1-x) - 1/x) dx$ методом Левых прямоугольников  | ОПК-1 В1                       |
| 42. | Вычислить интеграл $\int_0^1 (\ln(1-x) - 1/x) dx$ методом Правых прямоугольников   | ОПК-4 У3                       |
| 43. | Вычислить интеграл $\int_0^1 (\ln(1-x) - 1/x) dx$ методом Трапеций.  | ОПК-4 У1<br>ПК-2 В1            |
| 44. | Вычислите интеграл $\int_0^1 x^3 dx$ по формуле Симпсона при $n = 2$ и сравните с точным значением.  | ОПК-1 В1<br>ОПК-4 31           |
| 45. | Найдите минимальное число частей $n$ , на которое необходимо разбить отрезок интегрирования, чтобы найти инте-   | ОПК-1 В1                       |



|        |  |                     |     |     |        |   |     |                      |
|--------|--|---------------------|-----|-----|--------|---|-----|----------------------|
|        | $\int_1^2 x^2 dx$ с точностью $\varepsilon = 0.005$ по формуле Симпсона.   |                     |     |     |        |   |     |                      |
| 46.    | Найдите минимальное число частей $n$ , на которое необходимо разбить отрезок интегрирования, чтобы найти интеграл $\int_1^2 x^2 dx$ с точностью $\varepsilon = 0.005$ по формуле правых прямоугольников.   | ОПК-4 У1            |     |     |        |   |     |                      |
| 47.    | Необходимо найти корень уравнения $x - \sqrt[3]{3x - 1} = 0$ на отрезке $[0.2; 0.5]$ методом итераций. Можно ли выразить функцию $\phi(x)$ как $\phi(x) = \sqrt[3]{3x - 1}$ ? (Ответ обосновать.)  | ОПК-4 У2            |     |     |        |   |     |                      |
| 48.    | Найти интерполяционный полином Лагранжа первой степени для функции, заданной таблично: <table border="1" style="margin: 10px auto;"> <tr> <td><math>x</math></td> <td>0.5</td> <td>0.7</td> </tr> <tr> <td><math>f(x)</math></td> <td>2</td> <td>2.4</td> </tr> </table> | $x$                 | 0.5 | 0.7 | $f(x)$ | 2 | 2.4 | ОПК-1 У1<br>ОПК-4 З1 |
| $x$    | 0.5  | 0.7                 |     |     |        |   |     |                      |
| $f(x)$ | 2  | 2.4                 |     |     |        |   |     |                      |
| 49.    | Найдите погрешность квадратурной формулы, составленной следующим образом: $J = \frac{2J_{\text{ср.пр.}} + J_{\text{тр.}}}{3}$ (здесь $J_{\text{ср.пр.}}$ и $J_{\text{тр.}}$ - квадратурные формулы «средних» прямоугольников и трапеций).                                | ОПК-4 У2<br>ПК-2 З1 |     |     |        |   |     |                      |
| 50.    | Если первая производная подынтегральной функции $f(x)$ неизвестна, то погрешность численного интегрирования методом левых прямоугольников можно оценить по формуле (приведите формулу):  | ОПК-4 У2<br>ПК-2 З1 |     |     |        |   |     |                      |

### Критерии оценки (устный ответ)

| Оценка  | Критерии  |
|---------|---|
| отлично | Выставляется обучающемуся, если ответ показывает прочные знания основных закономерностей изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа; умение приводить примеры современных проблем изучаемой области. |

|                     |   |
|---------------------|---|
| хорошо              | Выставляется обучающемуся, если его ответ, обнаруживает прочные знания основных закономерностей изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; демонстрирует владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, умение делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается одна - две неточности в ответе.  |
| удовлетворительно   | Выставляется обучающемуся, если его ответ свидетельствует в основном о знании закономерностей изучаемой предметной области, отличается недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа; неумение привести пример развития ситуации, провести связь с другими аспектами изучаемой области. |
| неудовлетворительно | Выставляется обучающемуся, если его ответ, обнаруживает незнание закономерностей изучаемой предметной области, отличается неглубоким раскрытием темы; незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов; неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Допускаются серьезные ошибки в содержании ответа; незнание современной проблематики изучаемой области.  |

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

«Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина»

Утверждаю:  
Декан физико-математического факультета



Н.Б. Федорова  
«24» апреля 2020 г.

**Аннотация рабочей программы дисциплины (модуля)  
ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ**

**по направлению подготовки**

01.03.01 Математика

направленность (профиль)

**«Преподавание математики и информатики»**

Квалификация **бакалавр**

Рязань 2020

**1. Цель освоения дисциплины**

Целями освоения учебной дисциплины «**Численные методы**» являются формирование у обучающихся общепрофессиональных и профессиональных компетенций в процессе изучения основных современных вычислительных методов решения задач на компьютерах.

**2. Место дисциплины в структуре ОПОП**

Дисциплина относится к базовой части (вариативной части) Блока 1.

Дисциплина изучается на 3 курсе ( 5 семестр).

**3. Трудоемкость дисциплины: 7 зачетных единиц, 252 академи-**

**ческих часов.**

**4. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

| № | Индекс компетенции | Содержание компетенции   | В результате изучения «Численные методы» обучающиеся должны:   |   |  |
|---|--------------------|--|--|---|--|
|   |                    |  | Знать  | Уметь   | Владеть  |
| 1 | ОПК-1              | готовностью использовать фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа, алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений, дискретной математики и математической логики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики в будущей профессиональной деятельности. | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. основные понятия теории вероятностей</li> <li>2. формулировки основных аксиом и теорем</li> <li>3. методы решения задач</li> </ol>     | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. работать с компьютером в качестве пользователя</li> <li>2. приобретать новые знания</li> <li>3. использовать фундаментальные знания в области комплексного анализа в профессиональной деятельности</li> <li>4. использовать современные информационные технологии.</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>2. навыками получения информации из Интернета</li> <li>2. грамотного оформления, курсовых и дипломных работ</li> <li>3. грамотного оформления научных статей</li> </ol> |
| 2 | ОПК-2              | способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. основные понятия математического анализа</li> <li>2. формулировки основных аксиом и теорем</li> <li>3. методы решения задач</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. работать с компьютером в качестве пользователя</li> <li>2. приобретать новые знания</li> <li>3. использовать современные образовательные технологии</li> <li>4. использовать современные информационные технологии.</li> </ol>  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. навыками получения информации из Интернета</li> <li>2. грамотного оформления, курсовых и дипломных работ</li> <li>3. грамотного оформления научных статей</li> </ol> |
| 3 | ОПК-4              | способностью находить, анализировать, реализовывать программно и использовать на практике математические алгоритмы, в том числе с применением современных вычислительных систем  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основы алгоритмизации</li> <li>2. Основы программирования.</li> <li>3. Современные вычислительные системы</li> </ol>                   | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Составить алгоритм решения задачи.</li> <li>2. Написать программу по заданному алгоритму.</li> <li>3. Отредактировать и</li> </ol>  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основными приемами работы в алгоритмических языках</li> <li>2. Навыками программирования.</li> </ol>   |

| № | Индекс компетенции | Содержание компетенции  | В результате изучения «Численные методы» обучающиеся должны:  |   |  |
|---|--------------------|---|---|---|--|
|   |                    |   | Знать   | Уметь   | Владеть  |
|   |                    |   |   | отладить программу.   | 3. Навыками применением современных вычислительных систем  |
| 4 | ПК-2               | способностью математически корректно ставить естественнонаучные задачи, знание постановок классических задач математики | 1.Основные понятия<br>2.Терминологию<br>3. Методы вычислений. | 1.Производить вычисления в соответствии с алгоритмом<br>2. Пользоваться программой.<br>3. Проводить оценку точности результата. | 1.Навыками анализа точности решения.<br>2. Навыками корректной постановки задач на компьютере.<br>3. Подбором алгоритмов для различных классов вычислительных задач. |

**5. Форма промежуточной аттестации и семестр (ы) прохождения**  
Зачет и экзамен ( 5 семестр).

Дисциплина реализуется частично с применением дистанционных образовательных технологий.