

**Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

**Направление подготовки/специальность: 15.03.03 Прикладная механика**

**Наименование образовательной программы: Динамика и прочность машин, приборов и аппаратуры**

**Уровень образования: высшее образование - бакалавриат**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Вычислительные методы компьютерного моделирования в механике**

**Москва  
2023**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

|  |                                                    |                           |
|--|----------------------------------------------------|---------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                           |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                           |
|  | Владелец                                           | Цой В.Э.                  |
|  | Идентификатор                                      | Rd9d3a9dd-TsoyVE-b05eb4b4 |

(подпись)

В.Э. Цой

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

|  |                                                    |                              |
|--|----------------------------------------------------|------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                              |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                              |
|  | Владелец                                           | Позняк Е.В.                  |
|  | Идентификатор                                      | Rd1b94958-PozniakYV-2647307e |

(подпись)

Е.В. Позняк

(расшифровка  
подписи)

Заведующий  
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

|  |                                                    |                                |
|--|----------------------------------------------------|--------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                                |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                                |
|  | Владелец                                           | Меркурьев И.В.                 |
|  | Идентификатор                                      | Rd52c763c-MerkuryevIV-1e4a883f |

(подпись)

И.В.  
Меркурьев

(расшифровка  
подписи)

## ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-11 способностью проектировать детали и узлы с использованием программных систем компьютерного проектирования на основе эффективного сочетания передовых технологий и выполнения многовариантных расчетов

2. ПК-12 готовностью участвовать в проектировании машин и конструкций с целью обеспечения их прочности, устойчивости, долговечности и безопасности, обеспечения надежности и износостойкости узлов и деталей машин

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Письменная работа

1. ИДЗ №1. Уравнения движения рабочей точки робота-манипулятора (Решение задач)
2. ИДЗ №2. Квадратурные формулы (Решение задач)
3. КР №1. Интерполяционный многочлен Ньютона (Контрольная работа)
4. КР №2. Функции численного дифференцирования (Контрольная работа)
5. КР №3. Формулы Ньютона - Котеса и Гаусса (Контрольная работа)
6. КР №4. Численное решение задачи Коши (Контрольная работа)

## БРС дисциплины

8 семестр

| Раздел дисциплины                         | Веса контрольных мероприятий, % |      |      |      |      |      |      |
|-------------------------------------------|---------------------------------|------|------|------|------|------|------|
|                                           | Индекс КМ:                      | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 | КМ-5 | КМ-6 |
|                                           | Срок КМ:                        | 4    | 6    | 8    | 10   | 12   | 16   |
| Интерполяция алгебраическими многочленами |                                 |      |      |      |      |      |      |
| Интерполяция алгебраическими многочленами |                                 | +    |      | +    | +    | +    | +    |
| Численное дифференцирование               |                                 |      |      |      |      |      |      |
| Численное дифференцирование               |                                 | +    | +    | +    | +    | +    | +    |
| Численное интегрирование                  |                                 |      |      |      |      |      |      |
| Численное интегрирование                  |                                 | +    | +    | +    | +    | +    | +    |

|                                      |    |    |    |    |    |    |
|--------------------------------------|----|----|----|----|----|----|
| Численные методы решения задачи Коши |    |    |    |    |    |    |
| Численные методы решения задачи Коши | +  | +  | +  |    | +  | +  |
| Вес КМ:                              | 15 | 15 | 20 | 15 | 20 | 15 |

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

## СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

### *I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций*

| Индекс компетенции | Индикатор          | Запланированные результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Контрольная точка                                                                                                                                                                                                  |
|--------------------|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-11              | ПК-11(Компетенция) | <p>Знать:</p> <p>Алгоритмы численного дифференцирования</p> <p>Алгоритмы численного решения дифференциальных уравнений приведенных к форме Коши</p> <p>Уметь:</p> <p>Реализовывать алгоритмы полиномиальной интерполяции с использованием современных программных пакетов</p> <p>Реализовывать алгоритмы численного дифференцирования и интегрирования с использованием современных программных пакетов</p> <p>Реализовывать алгоритмы численного решения обыкновенных</p> | <p>КР №1. Интерполяционный многочлен Ньютона (Контрольная работа)</p> <p>КР №2. Функции численного дифференцирования (Контрольная работа)</p> <p>КР №3. Формулы Ньютона - Котеса и Гаусса (Контрольная работа)</p> |

|       |                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-------|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|       |                    | дифференциальных уравнений с использованием современных программных пакетов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| ПК-12 | ПК-12(Компетенция) | <p>Знать:<br/> Алгоритмы интерполяции алгебраическими многочленами<br/> Алгоритмы численного интегрирования</p> <p>Уметь:<br/> Разрабатывать программное обеспечение для синтеза уравнений движения и анализа динамики многосвязных механизмов и манипуляторов<br/> Разрабатывать программное обеспечение для синтеза уравнений движения и анализа динамики многосвязных механизмов и манипуляторов</p> | <p>ИДЗ №1. Уравнения движения рабочей точки робота-манипулятора (Решение задач)<br/> КР №3. Формулы Ньютона - Котеса и Гаусса (Контрольная работа)<br/> КР №4. Численное решение задачи Коши (Контрольная работа)<br/> ИДЗ №2. Кватратурные формулы (Решение задач)</p> |

## II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

### КМ-1. КР №1. Интерполяционный многочлен Ньютона

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 15

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Задания ориентированы на решения минизаданий по разделу "Интерполяция алгебраическими многочленами.". Студенты необходимо провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. Время, отведенное на выполнение задания, устанавливается не более 90 минут.

#### Краткое содержание задания:

1. Составить интерполяционный многочлен Ньютона

| x    | f     |
|------|-------|
| -0.2 | -0.89 |
| 1.73 | 1.26  |
| 3.25 | -2.24 |
| 6.11 | -4.81 |

Найти  $F(x=1.2)$

2. Найти кубические интерполяции по Эрмиту на двух отрезках

| x    | f     | f'   |
|------|-------|------|
| -0.2 | 3.88  | 0.26 |
| 2.73 | -3.03 | 0.3  |
| 4.78 | -6.61 | 0.72 |

Найти  $F''(x=2.73-)$  и  $F''(x=2.73+)$

#### Контрольные вопросы/задания:

|                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: Алгоритмы численного дифференцирования                                                               | <p>1. Что обозначает термин интерполяция?<br/>Какие существуют методы интерполяции?<br/>Напишите частный случай формулы Тейлора.<br/>Что называется интерполяционным многочленом Лагранжа?<br/>Напишите первую интерполяционную формулу Ньютона.<br/>Какую интерполяционную формулу Ньютона необходимо применять в начале таблично заданной функции, какую – в конце?<br/>Напишите вторую интерполяционную формулу Ньютона.<br/>Интерполяционная формула Гаусса. Когда она применяется?</p> |
| Уметь: Реализовывать алгоритмы полиномиальной интерполяции с использованием современных программных пакетов | <p>1. Интерполяционный многочлен Ньютона является разрывной функцией?<br/>Если в узлах сетки не заданы значения производных, можно построить интерполяцию по Эрмиту?<br/>Построить интерполяционный многочлен Ньютона для функции, заданной таблично</p>                                                                                                                                                                                                                                    |

#### Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

*Оценка:* 4

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 70

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

*Оценка:* 3

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 60

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

## КМ-2. КР №2. Функции численного дифференцирования

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 15

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Предлагается решение нескольких задач. Время, отведенное на выполнение задания, устанавливается не более 90 минут

**Краткое содержание задания:**

Дана функция:  $x - 7x^3 - 3x^4$   
 $X_0=1$   $h=2.9$

1. Найти  $f'$  двухточечной ФЧД?
2. Найти  $f'$  трехточечной ФЧД?
3. Найти  $f''$  трехточечной ФЧД?
4. Найти  $h_{opt}$  для п.1 при  $\delta=0.001$ ?

ф

**Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: Алгоритмы численного решения дифференциальных уравнений приведенных к форме Коши                                       | 1.Что такое численное дифференцирование? В каких случаях оно применяется?<br>От чего зависит точность численного дифференцирования? Как можно управлять ею?<br>Почему численное дифференцирование относится к неустойчивым алгоритмам?<br>Какие способы получения формул численного дифференцирования вы знаете?<br>Почему значение оптимального шага не стремится к нулю для обеспечения минимальной погрешности? |
| Уметь: Реализовывать алгоритмы численного дифференцирования и интегрирования с использованием современных программных пакетов | 1.Что влияет на точность ФЧД?                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка:* 5

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 80

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

*Оценка:* 4



*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*  
*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*  
*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено*

### **КМ-3. ИДЗ №1. Уравнения движения рабочей точки робота-манипулятора**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Решение задач

**Вес контрольного мероприятия в БРС: 20**

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** ИДЗ выдается в начале семестра. По мере изучения материала студент выполняет задания и в указанные сроки сдает работу на проверку преподавателю.

#### **Краткое содержание задания:**

Построить траекторию движения схвата робота манипулятора при наличии препятствий.

#### **Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: Алгоритмы интерполяции алгебраическими многочленами                                                                             | 1. Можно ли построить интерполяционную функцию траектории движения схвата робота манипулятора без параметра время?                                                                                         |
| Уметь: Разрабатывать программное обеспечение для синтеза уравнений движения и анализа динамики многозвенных механизмов и манипуляторов | 1. Какие действия нужно предпринять при выборе узловых точек для исключения частей траекторий в виде "петля"?<br>Можно ли использовать интерполяционный многочлен Ньютона для задания траектории движения? |

#### **Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 80*  
*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*  
*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*  
*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено*

### **КМ-4. КР №3. Формулы Ньютона - Котеса и Гаусса**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС: 15**

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Предлагается решение нескольких задач. Время, отведенное на выполнение задания, устанавливается не более 90 минут

**Краткое содержание задания:**

Найти интеграл  $\int_a^b f(x)dx$  формулами Ньютона-Котеса и Гаусса ( $n=1,2,3$ )

| $f[x]$          | $a$ | $b$ |
|-----------------|-----|-----|
| $x^2 + \sin[x]$ | 2.1 | 3   |

**Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: Алгоритмы численного интегрирования                                                                                                 | <p>1. Что такое численное интегрирование? В каких случаях оно применяется.</p> <p>От чего зависит точность численного интегрирования? Как можно управлять ею?</p> <p>Что такое локальное и глобальное погрешность формул численного интегрирования?</p> <p>Можно ли численным методом найти приближенное значения любого определенного интеграла?</p> <p>Представление остатка интерполяционной квадратуры.</p> <p>Формулы Ньютона-Котеса.</p> <p>Форма остатка формулы Ньютона-Котеса.</p> <p>Простейшие формулы Ньютона-Котеса, остатки этих квадратур.</p> |
| Уметь: Реализовывать алгоритмы численного решения обыкновенных дифференциальных уравнений с использованием современных программных пакетов | <p>1. Если подынтегральная функция на одном из краев интегрирования равна бесконечности, как можно подсчитать численно определенный интеграл?</p> <p>Почему формулы Ньютона-Котеса непригодны для вычислений при большом числе узлов?</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

**Описание шкалы оценивания:**

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

**КМ-5. КР №4. Численное решение задачи Коши**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС: 20**

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Предлагается решение нескольких задач. Время, отведенное на выполнение задания, устанавливается не более 90 минут

**Краткое содержание задания:**

| Решить диф.ур. $x''=F$ методом Эйлера, Хойна, Рунге и Рунге-Кутты |       |      |          |           |
|-------------------------------------------------------------------|-------|------|----------|-----------|
| $F$                                                               | $t_0$ | $h$  | $x(t_0)$ | $x'(t_0)$ |
| $-x + (x')^2$                                                     | 3.    | 0.01 | 2.       | -1.       |

**Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                                                                                        |                                                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| Уметь: Разрабатывать программное обеспечение для синтеза уравнений движения и анализа динамики многосвязных механизмов и манипуляторов | 1.Сколько раз нужно подсчитать значения функции в методе Эйлера? |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|

**Описание шкалы оценивания:**

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

**КМ-6. ИДЗ №2. Квадратурные формулы**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Решение задач

**Вес контрольного мероприятия в БРС: 15**

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** ИДЗ выдается в начале семестра. По мере изучения материала студент выполняет задания и в указанные сроки сдает работу на проверку преподавателю.

**Краткое содержание задания:**

Вычислить значения определенных интегралов, выполнив в вариантах В) и С) адаптивно шага. Основной шаг интегрирования:  $(b-a)/100$   
Оценка ошибки на каждом шаге:  $< 10^{-6}$

$$A) \int_a^b F(x) dx; \quad B) \int_a^b \frac{F(x)}{\sqrt{x}} dx; \quad C) \int_a^b \frac{F(x)}{\sqrt{|1-x^2|}} dx;$$

**Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                               |                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Уметь: Разрабатывать программное обеспечение для синтеза уравнений движения и | 1.Как использовать правила Рунге для адаптации шага?<br>Какие условия должны выполняться для того, чтобы |
|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                          |                                                                                 |
|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| анализа динамики многозвенных механизмов и манипуляторов | квадратурный процесс сходил для всякой непрерывной на конечном отрезке функции? |
|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 80*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено*

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

| 1.    | §3.Численное интегрирование .<br>Теорема об остаточном члене элементарной квадратурной формулы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |   |       |       |      |      |      |      |      |      |   |   |    |      |       |       |     |     |      |      |      |      |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|---|-------|-------|------|------|------|------|------|------|---|---|----|------|-------|-------|-----|-----|------|------|------|------|
| 2.    | <p>ЗАДАЧА 2.8 Тема: ОЧБ</p> <p>Дана функция: <math>1 - 4x - 6x^2 + 4x^3 + 7x^4</math><br/> <math>x_0=1</math> <math>h=2,5</math></p> <p>1. Найти <math>f'</math> двухточечной ФЭД?<br/>         2. Найти <math>f''</math> трехточечной ФЭД?<br/>         3. Найти <math>f'''</math> трехточечной ФЭД?<br/>         4. Найти <math>\eta_{max}</math> для <math>n=1</math> при <math>0-5,792</math>?</p> <p>ЗАДАЧА 1.7</p> <p>1.Составить интерполяционный многочлен Лагранжа</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>x</th> <th>f</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>-0,75</td> <td>-7,42</td> </tr> <tr> <td>2,92</td> <td>0,74</td> </tr> <tr> <td>3,85</td> <td>0,89</td> </tr> <tr> <td>6,21</td> <td>1,33</td> </tr> </tbody> </table> <p>Найти <math>F(x=1,2)</math></p> <p>2.Найти кубическое интерполирование по Эрмиту на двух отрезках</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>x</th> <th>f</th> <th>f'</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0,53</td> <td>-6,23</td> <td>-0,15</td> </tr> <tr> <td>2,8</td> <td>7,2</td> <td>2,09</td> </tr> <tr> <td>3,06</td> <td>7,12</td> <td>-0,7</td> </tr> </tbody> </table> <p>Найти <math>F''(x=2,8+)</math> и <math>F'''(x=2,8+)</math></p> | x     | f | -0,75 | -7,42 | 2,92 | 0,74 | 3,85 | 0,89 | 6,21 | 1,33 | x | f | f' | 0,53 | -6,23 | -0,15 | 2,8 | 7,2 | 2,09 | 3,06 | 7,12 | -0,7 |
| x     | f                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |       |   |       |       |      |      |      |      |      |      |   |   |    |      |       |       |     |     |      |      |      |      |
| -0,75 | -7,42                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |       |   |       |       |      |      |      |      |      |      |   |   |    |      |       |       |     |     |      |      |      |      |
| 2,92  | 0,74                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |       |   |       |       |      |      |      |      |      |      |   |   |    |      |       |       |     |     |      |      |      |      |
| 3,85  | 0,89                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |       |   |       |       |      |      |      |      |      |      |   |   |    |      |       |       |     |     |      |      |      |      |
| 6,21  | 1,33                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |       |   |       |       |      |      |      |      |      |      |   |   |    |      |       |       |     |     |      |      |      |      |
| x     | f                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | f'    |   |       |       |      |      |      |      |      |      |   |   |    |      |       |       |     |     |      |      |      |      |
| 0,53  | -6,23                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | -0,15 |   |       |       |      |      |      |      |      |      |   |   |    |      |       |       |     |     |      |      |      |      |
| 2,8   | 7,2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 2,09  |   |       |       |      |      |      |      |      |      |   |   |    |      |       |       |     |     |      |      |      |      |
| 3,06  | 7,12                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | -0,7  |   |       |       |      |      |      |      |      |      |   |   |    |      |       |       |     |     |      |      |      |      |

## Процедура проведения

Письменный ответ. Дополнительные вопросы.

## I. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины

### 1. Компетенция/Индикатор: ПК-11(Компетенция)

#### Вопросы, задания

- 1.1. Задача кубической интерполяции по Эрмиту
2. Интерполяция с кратными узлами
3. Интерполяционный многочлен Ньютона
4. Разделённые разности
5. Формулы локального численного дифференцирования
6. Выбор шага при численном дифференцировании

## Материалы для проверки остаточных знаний

1.Какие значения используются для получения интерполяционного многочлена Эрмита с кратными узлами?

Ответы:

- 1.Два значения функции в в каждом узле сетки
- 2.Значение функции и ее производной в узлах сетки
- 3.Значение функции в узлах сетки

Верный ответ: 2

2.Чему равен коэффициент D0 в интерполяционном многочлене Ньютона?

Ответы:

1.  $f_0$
2.  $(f_0 + f_n)/2$
3.  $f_n$

Верный ответ: 1

3.Трехточечная формула численного дифференцирования второй производной?

Ответы:

$$f'' = D_0 + D_1(x - X_0) + D_2(x - X_0)(x - X_1)f'' \approx 2D_2 = \frac{f_2 - 2f_1 + f_0}{h^2}$$

Верный ответ: формула

4. Двухточечная формула численного дифференцирования первой производной?

Ответы:

1.  $\frac{f_1 - f_0}{x_1 - x_0}$
2.  $\frac{f_1}{x_1}$
3.  $\frac{f_0 + f_1}{2(x_1 - x_0)}$

Верный ответ: 1

5. Метод Эйлера для численного решения задач Каши?

Ответы:

1.  $y_{n+1} = y_n + hf(t_n, y_n)$
2.  $\begin{cases} k_0 = f(t_n, y_n); k_1 = f(t_n + h, y_n + hk_0); \\ y_{n+1} = y_n + \frac{h}{2}(k_0 + k_1) \end{cases}$
3.  $y_{n+1} = y_n + hf(t_{n+1}, y_{n+1})$

Верный ответ: 1

## 2. Компетенция/Индикатор: ПК-12(Компетенция)

### Вопросы, задания

- 1.7. Вложенные методы Рунге – Кутты
8. Общая формулировка явных методов Рунге – Кутты
9. Управление длиной шага для вложенных методов Рунге – Кутты
10. Квадратурные формулы
11. Неявные методы Рунге – Кутты

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Разделенная разность первого порядка?

Ответы:

1.  $\frac{f_2 + f_1}{2}$
2.  $\frac{f_2 - f_1}{x_2 - x_1}$
3.  $\frac{f_3 - f_2 - f_1}{(x_2 - x_1)(x_3 - x_2)}$

Верный ответ: 2

2. Формула трапеций для подсчета определенных интегралов?

Ответы:

1.  $I = f_0(X_1 - X_0)$
2.  $I = f_0 + \frac{f_1 - f_0}{x_1 - x_0}(x - X_0)$
3.  $I = f_1(X_1 - X_0)$

Верный ответ: 2

3. Что такое квадратурные формулы?

Ответы:

1. Приближенное вычисление квадрата функции
2. Численный подсчет производной функции
3. Приближенное вычисление определенных интегралов

Верный ответ: 3

4. Не явный метод Эйлера?

Ответы:

1.  $\begin{cases} k_0 = f(t_n, y_n) \\ y_{n+1} = y_n + hk_0 \end{cases}$
2.  $\begin{cases} k_0 = f(t_n + h, y_n + hk_0) \\ y_{n+1} = y_n + hk_0 \end{cases}$
3.  $\begin{cases} k_0 = f(t_n, y_n); k_1 = f(t_n + h, y_n + hk_0); \\ y_{n+1} = y_n + \frac{h}{2}(k_0 + k_1) \end{cases}$

Верный ответ: 2

5. Сколько подсчетов значений функции нужно сделать на одной итерации в классическом методе Рунге-Кутты

Ответы:

1. 1
2. 3
3. 4

Верный ответ: 3

## ***II. Описание шкалы оценивания***

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 80*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня

## ***III. Правила выставления итоговой оценки по курсу***

Оценка выставляется по формуле  $0.3 \cdot \text{"оценка текущей аттестации"} + 0.7 \cdot \text{"оценка промежуточной аттестации"}$  с математическим округлением