

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

**Направление подготовки/специальность: 15.04.06 Мехатроника и робототехника**

**Наименование образовательной программы: Разработка компьютерных технологий управления и математического моделирования в робототехнике и мехатронике**

**Уровень образования: высшее образование - магистратура**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Численные методы в робототехнике**

**Москва  
2025**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

|  |                                                    |                             |
|--|----------------------------------------------------|-----------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                             |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                             |
|  | Владелец                                           | Маслов А.Н.                 |
|  | Идентификатор                                      | Rf8f2f741-MaslovAN-736ea3ef |

А.Н. Маслов

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

|  |                                                    |                                 |
|--|----------------------------------------------------|---------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                                 |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                                 |
|  | Владелец                                           | Свириденко О.В.                 |
|  | Идентификатор                                      | R9097b88f-SviridenkoOV-16830d5f |

О.В.  
Свириденко

Заведующий  
выпускающей  
кафедрой

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

И.В.  
Меркурьев

## 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. ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности

ИД-1 Применяет математический аппарат численных методов

2. ОПК-4 Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при моделировании технологических процессов

ИД-1 Использует имеющиеся программные пакеты и, при необходимости, разрабатывает новое программное обеспечение, необходимое для обработки информации и управления в мехатронных и робототехнических системах, а также для их проектирования

3. ОПК-13 Способен использовать основные положения, законы и методы естественных наук и математики при формировании моделей и методов исследования мехатронных и робототехнических систем

ИД-4 Применяет численные методы и алгоритмы при проведении исследований мехатронных и робототехнических систем в процессе выполняемых ими операций

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Письменная работа

1. КР№1 Тригонометрический многочлен (Контрольная работа)
2. КР№2 Эрмитовы кубические многочлены (Контрольная работа)
3. КР№3 Кубический сплайн (Контрольная работа)
4. КР№4 Кватернионы (Контрольная работа)
5. КР№5 В-сплайны (Контрольная работа)

## БРС дисциплины

### 1 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

- |      |                                                          |
|------|----------------------------------------------------------|
| КМ-1 | КР№1 Тригонометрический многочлен (Контрольная работа)   |
| КМ-2 | КР№2 Эрмитовы кубические многочлены (Контрольная работа) |
| КМ-3 | КР№3 Кубический сплайн (Контрольная работа)              |
| КМ-4 | КР№4 Кватернионы (Контрольная работа)                    |
| КМ-5 | КР№5 В-сплайны (Контрольная работа)                      |

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

| Раздел дисциплины                         | Веса контрольных мероприятий, % |      |      |      |      |      |
|-------------------------------------------|---------------------------------|------|------|------|------|------|
|                                           | Индекс<br>КМ:                   | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 | КМ-5 |
|                                           | Срок КМ:                        | 3    | 6    | 8    | 15   | 12   |
| Тригонометрическая интерполяция.          |                                 |      |      |      |      |      |
| Тригонометрическая интерполяция.          | +                               |      |      |      |      |      |
| Интерполяция кусочными многочленами.      |                                 |      |      |      |      |      |
| Интерполяция кусочными многочленами.      |                                 |      | +    | +    |      |      |
| Кватернионы в вычислительной механике.    |                                 |      |      |      |      |      |
| Кватернионы в вычислительной механике.    |                                 |      |      |      | +    |      |
| В-сплайны в практике приближения функций. |                                 |      |      |      |      |      |
| В-сплайны в практике приближения функций. |                                 |      |      |      |      | +    |
| Вес КМ:                                   |                                 | 20   | 20   | 20   | 10   | 30   |

## 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                                           |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| ОПК-1              | ИД-1 <sub>ОПК-1</sub> Применяет математический аппарат численных методов | Знать:<br>Основные алгоритмы, реализующие численные методы инженерных расчётов (включая алгоритмы решения задачи Коши линейными многошаговыми методами численного интегрирования) и условия, при соблюдении которых их применение является оправданным.<br>Уметь:<br>Разрабатывать и успешно применять, пользуясь приобретёнными математическими знаниями и освоенным арсеналом численных методов, а также получаемыми самостоятельно при помощи современных информационных | КМ-1 КР№1 Тригонометрический многочлен (Контрольная работа) |

|       |                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                 |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|       |                                                                                                                                                                                                                                                              | технологий новыми знаниями, умениями и методами исследования, алгоритмы решения практических задач в области робототехники.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                 |
| ОПК-4 | ИД-1 <sub>ОПК-4</sub> Использует имеющиеся программные пакеты и, при необходимости, разрабатывает новое программное обеспечение, необходимое для обработки информации и управления в мехатронных и робототехнических системах, а также для их проектирования | Знать:<br>Теоретические основы применяемых при решении задач робототехники численных методов и лежащего в основе данных методов математического аппарата (включая необходимый материал из общей и линейной алгебры).<br>Порядок применения теоретического аппарата (теорию и методы интерполяции и аппроксимации функций тригонометрическими многочленами и сплайнами, методы планирования траекторий и построения программного движения роботов, методы алгебры кватернионов в применении к кинематике систем твёрдых тел, основы теории линейных | КМ-3 КР№2 Эрмитовы кубические многочлены (Контрольная работа)<br>КМ-5 КР№3 Кубический сплайн (Контрольная работа)<br>КМ-6 КР№4 Кватернионы (Контрольная работа) |

|        |                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                   |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
|        |                                                                                                                                                                           | <p>многошаговых методов численного интегрирования обыкновенных дифференциальных уравнений) в важнейших практических приложениях.</p> <p>Уметь:</p> <p>Находить, обобщать и анализировать информацию о робототехнических системах и условиях их эксплуатации, планировать ход исследования и пути достижения поставленных целей.</p> |                                                                                                   |
| ОПК-13 | <p>ИД-4<sub>ОПК-13</sub> Применяет численные методы и алгоритмы при проведении исследований мехатонных и робототехнических систем в процессе выполняемых ими операций</p> | <p>Знать:</p> <p>Основные алгоритмы, реализующие численные методы инженерных расчётов (включая алгоритмы тригонометрической интерполяции, интерполяции и аппроксимации сплайнами) и условия, при соблюдении которых их применение является оправданным.</p> <p>Уметь:</p>                                                           | <p>КМ-6 КР№4 Кватернионы (Контрольная работа)</p> <p>КМ-7 КР№5 В-сплайны (Контрольная работа)</p> |

|  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  |
|--|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  |  | <p>Пользоваться современными информационными технологиями для совершенствования и развития своего интеллектуального, профессионального и общекультурного уровня. Выделять при анализе робототехнических систем и условий их эксплуатации задачи, требующие применения численных методов и проведения вычислительных экспериментов, планировать и реализовывать решение данных задач, пользуясь общесистемными средствами программного назначения, современными программными продуктами и информационными технологиями, системами компьютерной математики, инструментальными средствами компьютерного моделирования.</p> |  |
|--|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

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

### КМ-1. КР№1 Тригонометрический многочлен

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольная работа.

#### Краткое содержание задания:

Вычислить тригонометрическую интерполяцию на равномерной сетке, с заданными значениями в узлах

Dano:  $\begin{pmatrix} X_i & 1 & 3 & 5 & 7 \\ F_i & -2 & -5 & 4 & -3 \end{pmatrix}$

#### Контрольные вопросы/задания:

| Запланированные результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                              |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: Основные алгоритмы, реализующие численные методы инженерных расчётов (включая алгоритмы решения задачи Коши линейными многошаговыми методами численного интегрирования) и условия, при соблюдении которых их применение является оправданным.                                                                                      | 1.1.Пятая производная тригонометрической интерполяции разрывная функция?<br>2.2. Какое минимальное число узлов нужно для тригонометрической интерполяции? |
| Уметь: Разрабатывать и успешно применять, пользуясь приобретёнными математическими знаниями и освоенным арсеналом численных методов, а также получаемыми самостоятельно при помощи современных информационных технологий новыми знаниями, умениями и методами исследования, алгоритмы решения практических задач в области робототехники. | 1.Найти период тригонометрической интерполяции на трех узлах с шагом $3\pi/2$ ?                                                                           |

#### Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

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

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

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

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 65

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

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

## КМ-2. КРН2 Эрмитовы кубические многочлены

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольная работа.

### Краткое содержание задания:

Вычислить коэффициенты эрмитовых кубических многочленов с заданными значениями в узлах

$$\text{Дано: } \begin{pmatrix} x_i & 1 & 3 & 4 & 6 \\ F_i & -5 & 1 & -4 & 5 \\ F_i' & -1 & 1 & -\frac{1}{2} & -\frac{1}{2} \end{pmatrix}$$

о

### Контрольные вопросы/задания:

| Запланированные результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                                                 | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: Теоретические основы применяемых при решении задач робототехники численных методов и лежащего в основе данных методов математического аппарата (включая необходимый материал из общей и линейной алгебры). | 1.1. Система эрмитовых кубических многочленов не разрывная функция какого порядка?<br>2.2. Чему равна 7я производная кубического интерполанта? |
| Уметь: Находить, обобщать и анализировать информацию о робототехнических системах и условиях их эксплуатации, планировать ход исследования и пути достижения поставленных целей.                                  | 1.1. Чему равен коэффициент D0?                                                                                                                |

### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: «зачтено»*

*Описание характеристики выполнения знания:*

*Оценка: «не зачтено»*

*Описание характеристики выполнения знания:*

## КМ-3. КРН3 Кубический сплайн

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольная работа.

### Краткое содержание задания:

Составить кубический сплайн с различными типами граничных условий.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                |               |               |               |  |         |     |     |     |     |   |         |               |               |   |    |                |           |           |               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |  |  |  |  |   |     |     |     |     |   |   |               |               |   |     |   |           |           |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  |  |  |  |  |   |     |     |     |     |   |   |               |               |   |    |           |           |           |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|---------------|---------------|---------------|--|---------|-----|-----|-----|-----|---|---------|---------------|---------------|---|----|----------------|-----------|-----------|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|---|-----|-----|-----|-----|---|---|---------------|---------------|---|-----|---|-----------|-----------|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|---|-----|-----|-----|-----|---|---|---------------|---------------|---|----|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1-й тип                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                |               |               |               |  | 2-й тип |     |     |     |     |   | 3-й тип |               |               |   |    |                |           |           |               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |  |  |  |  |   |     |     |     |     |   |   |               |               |   |     |   |           |           |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  |  |  |  |  |   |     |     |     |     |   |   |               |               |   |    |           |           |           |           |
| <table><tr><td>х</td><td>101</td><td>201</td><td>301</td><td>401</td></tr><tr><td>F</td><td>3</td><td><math>\frac{7}{2}</math></td><td><math>\frac{9}{2}</math></td><td>3</td></tr><tr><td>F'</td><td><math>-\frac{1}{2}</math></td><td><math>\square</math></td><td><math>\square</math></td><td><math>\frac{1}{3}</math></td></tr></table> |                |               |               |               |  | х       | 101 | 201 | 301 | 401 | F | 3       | $\frac{7}{2}$ | $\frac{9}{2}$ | 3 | F' | $-\frac{1}{2}$ | $\square$ | $\square$ | $\frac{1}{3}$ | <table><tr><td>х</td><td>101</td><td>201</td><td>301</td><td>401</td></tr><tr><td>F</td><td>3</td><td><math>\frac{7}{2}</math></td><td><math>\frac{9}{2}</math></td><td>3</td></tr><tr><td>F''</td><td>1</td><td><math>\square</math></td><td><math>\square</math></td><td>2</td></tr></table> |  |  |  |  |  | х | 101 | 201 | 301 | 401 | F | 3 | $\frac{7}{2}$ | $\frac{9}{2}$ | 3 | F'' | 1 | $\square$ | $\square$ | 2 | <table><tr><td>х</td><td>101</td><td>201</td><td>301</td><td>401</td></tr><tr><td>F</td><td>3</td><td><math>\frac{7}{2}</math></td><td><math>\frac{9}{2}</math></td><td>3</td></tr><tr><td>F'</td><td><math>\square</math></td><td><math>\square</math></td><td><math>\square</math></td><td><math>\square</math></td></tr></table> |  |  |  |  |  | х | 101 | 201 | 301 | 401 | F | 3 | $\frac{7}{2}$ | $\frac{9}{2}$ | 3 | F' | $\square$ | $\square$ | $\square$ | $\square$ |
| х                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 101            | 201           | 301           | 401           |  |         |     |     |     |     |   |         |               |               |   |    |                |           |           |               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |  |  |  |  |   |     |     |     |     |   |   |               |               |   |     |   |           |           |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  |  |  |  |  |   |     |     |     |     |   |   |               |               |   |    |           |           |           |           |
| F                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 3              | $\frac{7}{2}$ | $\frac{9}{2}$ | 3             |  |         |     |     |     |     |   |         |               |               |   |    |                |           |           |               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |  |  |  |  |   |     |     |     |     |   |   |               |               |   |     |   |           |           |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  |  |  |  |  |   |     |     |     |     |   |   |               |               |   |    |           |           |           |           |
| F'                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | $-\frac{1}{2}$ | $\square$     | $\square$     | $\frac{1}{3}$ |  |         |     |     |     |     |   |         |               |               |   |    |                |           |           |               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |  |  |  |  |   |     |     |     |     |   |   |               |               |   |     |   |           |           |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  |  |  |  |  |   |     |     |     |     |   |   |               |               |   |    |           |           |           |           |
| х                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 101            | 201           | 301           | 401           |  |         |     |     |     |     |   |         |               |               |   |    |                |           |           |               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |  |  |  |  |   |     |     |     |     |   |   |               |               |   |     |   |           |           |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  |  |  |  |  |   |     |     |     |     |   |   |               |               |   |    |           |           |           |           |
| F                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 3              | $\frac{7}{2}$ | $\frac{9}{2}$ | 3             |  |         |     |     |     |     |   |         |               |               |   |    |                |           |           |               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |  |  |  |  |   |     |     |     |     |   |   |               |               |   |     |   |           |           |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  |  |  |  |  |   |     |     |     |     |   |   |               |               |   |    |           |           |           |           |
| F''                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 1              | $\square$     | $\square$     | 2             |  |         |     |     |     |     |   |         |               |               |   |    |                |           |           |               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |  |  |  |  |   |     |     |     |     |   |   |               |               |   |     |   |           |           |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  |  |  |  |  |   |     |     |     |     |   |   |               |               |   |    |           |           |           |           |
| х                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 101            | 201           | 301           | 401           |  |         |     |     |     |     |   |         |               |               |   |    |                |           |           |               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |  |  |  |  |   |     |     |     |     |   |   |               |               |   |     |   |           |           |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  |  |  |  |  |   |     |     |     |     |   |   |               |               |   |    |           |           |           |           |
| F                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 3              | $\frac{7}{2}$ | $\frac{9}{2}$ | 3             |  |         |     |     |     |     |   |         |               |               |   |    |                |           |           |               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |  |  |  |  |   |     |     |     |     |   |   |               |               |   |     |   |           |           |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  |  |  |  |  |   |     |     |     |     |   |   |               |               |   |    |           |           |           |           |
| F'                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | $\square$      | $\square$     | $\square$     | $\square$     |  |         |     |     |     |     |   |         |               |               |   |    |                |           |           |               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |  |  |  |  |   |     |     |     |     |   |   |               |               |   |     |   |           |           |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  |  |  |  |  |   |     |     |     |     |   |   |               |               |   |    |           |           |           |           |

### Контрольные вопросы/задания:

| Запланированные результаты обучения по дисциплине                                           | Вопросы/задания для проверки                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| Знать: Теоретические основы применяемых при решении задач робототехники численных методов и | 1.1. Что можно сказать о производных в начальном и |

| Запланированные результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                | Вопросы/задания для проверки                                                                                               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| лежащего в основе данных методов математического аппарата (включая необходимый материал из общей и линейной алгебры).                                                            | конечном узле с третьим типом граничных условий?<br>2.2.Производные во внутренних узлах зависят от типа граничных условий? |
| Уметь: Находить, обобщать и анализировать информацию о робототехнических системах и условиях их эксплуатации, планировать ход исследования и пути достижения поставленных целей. | 1.1.Какая зависимость значений производных в крайних узлах для интерполяции с третьим типом краевых условий?               |

#### Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

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

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

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

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 65

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

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

#### КМ-4. КРН№4 Кватернионы

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: Контрольная работа.

#### Краткое содержание задания:

1. Найти кватернионы поворота, отвечающие матрицам поворота  $Q, G$  и  $Q \cdot G$ .
2. Убедиться прямым вычислением, что последний из кватернионов равен кватерниону произведения двух предыдущих.

$$Q = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0.113446 & -0.993544 \\ 0 & 0.993544 & 0.113446 \end{pmatrix}; G = \begin{pmatrix} -0.3498 & 0 & 0.936824 \\ 0 & 1 & 0 \\ -0.936824 & 0 & -0.3498 \end{pmatrix}$$

#### Контрольные вопросы/задания:

| Запланированные результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                      | Вопросы/задания для проверки                                                                           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: Порядок применения теоретического аппарата (теорию и методы интерполяции и аппроксимации функций тригонометрическими многочленами и сплайнами, методы планирования траекторий и построения программного движения роботов, методы алгебры кватернионов в применении к кинематике | 1.2.Какая последовательность перемножения кватернионов поворота при последовательном двойном повороте? |

| Запланированные результаты обучения по дисциплине                                                                                                                        | Вопросы/задания для проверки                                                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| систем твёрдых тел, основы теории линейных многошаговых методов численного интегрирования обыкновенных дифференциальных уравнений) в важнейших практических приложениях. |                                                                              |
| Уметь: Пользоваться современными информационными технологиями для совершенствования и развития своего интеллектуального, профессионального и общекультурного уровня.     | 1.1.Чему равняется кватернион поворота во круг второй оси на угол $\alpha$ ? |

#### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

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

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 80*

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

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 65*

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

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено*

#### КМ-5. КР№5 В-сплайны

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 30

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольная работа.

#### Краткое содержание задания:

Найти интерполяцию и аппроксимацию функции по узлам используя В-сплайны

#### Контрольные вопросы/задания:

| Запланированные результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                                                              | Вопросы/задания для проверки                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: Основные алгоритмы, реализующие численные методы инженерных расчётов (включая алгоритмы тригонометрической интерполяции, интерполяции и аппроксимации сплайнами) и условия, при соблюдении которых их применение является оправданным.                                                                                  | 1.В-сплайн первого порядка?                                                           |
| Уметь: Выделять при анализе робототехнических систем и условий их эксплуатации задачи, требующие применения численных методов и проведения вычислительных экспериментов, планировать и реализовывать решение данных задач, пользуясь общесистемными средствами программного назначения, современными программными продуктами и | 1.<br>1. Сколько В-сплайнов нулевого порядка имеют не нулевое значение в узлах сетки? |

|                                                                                                                            |                              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| Запланированные результаты обучения по дисциплине                                                                          | Вопросы/задания для проверки |
| информационными технологиями, системами компьютерной математики, инструментальными средствами компьютерного моделирования. |                              |

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

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

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 80*

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

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 65*

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

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено*

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 1 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

### Пример билета

|                                                                                                                                                                                                                        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Вопрос №1: Лемма о суммах синусов и косинусов кратных аргументов.<br>Вопрос №2: Кубические V-сплайны Шенберга<br>Задача:                                                                                               |
| ВАР. 1 Вычислить коэффициенты эрмитовых кубических многочленов с заданными значениями в узлах<br>Дано: $\begin{pmatrix} X_1 & 1 & 3 & 4 & 6 \\ F_1 & -3 & 0 & 5 & 2 \\ F_1' & -1 & 0 & -1 & \frac{1}{2} \end{pmatrix}$ |

### Процедура проведения

Письменный ответ. Дополнительные вопросы.

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

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-1<sub>ОПК-1</sub> Применяет математический аппарат численных методов

#### Вопросы, задания

- 1.1.Интерполяционный тригонометрический многочлен.
- 2.2.Интерполяция эрмитовыми кубическими многочленами

#### Материалы для проверки остаточных знаний

- 1.1.Может ли тригонометрический интерполянт составлен только из суммы косинусов с различными аргументами?

Ответы:

- 1.да;
- 2.нет;
- 3.да, если период интерполяции равен  $2\pi$

Верный ответ: 1.

- 2.9. Отличия интерполяции и аппроксимации?

Ответы:

функция интерполяции проходит через узлы, а функция аппроксимации может и не проходить через узлы.

**2. Компетенция/Индикатор:** ИД-1<sub>ОПК-4</sub> Использует имеющиеся программные пакеты и, при необходимости, разрабатывает новое программное обеспечение, необходимое для обработки информации и управления в мехатронных и робототехнических системах, а также для их проектирования

#### Вопросы, задания

- 1.3.Интерполяция кубическими сплайнами
- 2.4.Метод прогонки
- 3.5.Кватернионы и основные операции над ними

#### Материалы для проверки остаточных знаний

- 1.5.Граничные условия типа 1 для кубических сплайнов?

Ответы:

$$F(X_0)=F_0; F(X_n)=F_n$$

$$F'(X_0)=DF_0; F'(X_n)=DF_n$$

2.4. Какой должна быть матрица  $A$  в СЛАУ  $AX=B$  для сходимости метода прогонки?

Ответы:

1. Треугольная;
2. Наддиагональная;
3. С диагональным преобладанием.

Верный ответ: 3.

3.2. Какое минимальное количество узлов с известными значениями самой функции и ее производной необходимо для построения эрмитово кубического сплайна?

Ответы:

- 1.1;
- 2.2;
- 3.4

Верный ответ: 2.

4.3. Чему равняется дефект сплайнов?

Ответы:

- 1.1;
- 2.2;
- 3.4

Верный ответ: 1.

**3. Компетенция/Индикатор:** ИД-4<sub>ОПК-13</sub> Применяет численные методы и алгоритмы при проведении исследований мехатонных и робототехнических систем в процессе выполняемых ими операций

### Вопросы, задания

- 1.7. Определение В-сплайнов
- 2.8. Формула Кокса – де Бора
- 3.9. Решение задач интерполяции с помощью кубических В-сплайнов
- 4.10. Простейший способ локальной аппроксимации сплайнами
- 5.11. Кубические V-сплайны Шенберга

### Материалы для проверки остаточных знаний

1.8. В-сплайн нулевого порядка?

Ответы:

1. Единичный импульс на одном интервале;
2. Единичный импульс на трех интервалах;
3. функция в виде треугольника на двух интервалах.

Верный ответ: 1.

2.10. В какой производной происходит дефект интерполяции в кубических В-сплайнах?

Ответы:

- 1.1;
- 2.2;
- 3.3

Верный ответ: 3.

## II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

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

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 80*

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

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 65*

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

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

### ***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.