

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

Направление подготовки/специальность: 15.04.03 Прикладная механика

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

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

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

**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-1 способностью выявлять сущность научно-технических проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат, вычислительные методы и компьютерные технологии

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. Расчет №1 Тригонометрическая интерполяция (Расчетно-графическая работа)
4. Расчет №2 Планирование траекторий рабочей точки робота-манипулятора (Расчетно-графическая работа)

БРС дисциплины

1 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	15
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:		25	25	25	25

\$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-1	ПК-1(Компетенция)	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. Уметь: Разрабатывать и успешно применять, пользуясь приобретёнными математическими знаниями и освоенным арсеналом численных методов, а также получаемыми самостоятельно при помощи современных информационных	КР№1 Тригонометрический многочлен (Контрольная работа) Расчет №1 Тригонометрическая интерполяция (Расчетно-графическая работа) КР№2 Эрмитовы кубические многочлены (Контрольная работа) Расчет №2 Планирование траекторий рабочей точки робота-манипулятора (Расчетно-графическая работа)

		технологий новыми знаниями, умениями и методами исследования, алгоритмы решения практических задач в области робототехники.	
--	--	---	--

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: 25

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:

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? 2.2. Какое минимальное число узлов нужно для тригонометрической интерполяции?
--	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

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

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

Нижний порог выполнения задания в процентах: 65

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

КМ-2. Расчет №1 Тригонометрическая интерполяция

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Расчетно-графическая работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Письменно. Самостоятельная работа.

Краткое содержание задания:

Тригонометрическая интерполяция

лабораторная работа

Постановка задачи

Для заданной гладкой функции $f(x)$, определенной на отрезке $[-4,4]$, выполнить тригонометрическое интерполирование для ряда равномерных сеток с $n = 4, 8, 12, \dots, 48$. Вывести начальные коэффициенты интерполяционного тригонометрического многочлена (до 18-й гармоники включительно) при $n = 48$. Вычислить погрешность интерполяции

$$\varepsilon_n = \max_{x \in [-4,4]} |f(x) - F_n(x)|$$

Контрольные вопросы/задания:

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.Как поведет себя тригонометрическая интерполяция, если исходная функция не гладкая? 2.2.Как поведет себя тригонометрическая интерполяция, если исходная функция разрывная?
--	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: зачтено

Описание характеристики выполнения знания:

Оценка: не зачтено

Описание характеристики выполнения знания:

КМ-3. КР№2 Эрмитовы кубические многочлены

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

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:

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,	1.1.Чему равен коэффициент D0?
---	--------------------------------

алгоритмы практических задач в области робототехники.	решения
---	---------

Описание шкалы оценивания:

Оценка: зачтено

Описание характеристики выполнения знания:

Оценка: не зачтено

Описание характеристики выполнения знания:

КМ-4. Расчет №2 Планирование траекторий рабочей точки робота-манипулятора

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Расчетно-графическая работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Письменно. Самостоятельная работа.

Краткое содержание задания:

Построить уравнения движения рабочей точки робота-манипулятора двумя способами:

- а) **линейными сплайнами**
- б) **кубическими сплайнами с граничными условиями типа 1.**

Дано:

- а) обстановка (препятствия);
- б) начальное и конечное положение рабочей точки робота-манипулятора.

Требуется представить отчет с решением задачи в виде:

- а) одного рисунка трех траекторий рабочей точки робота-манипулятора (с линейными сплайнами, с кубическими сплайнами черновой вариант, с кубическими сплайнами конечный вариант) и обстановки;
- б) графиков уравнений движения $x(t)$, $y(t)$ и скорости $\dot{x}(t)$, $\dot{y}(t)$;

Контрольные вопросы/задания:

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.	1.1.Как подобрать узлы для исключения пересечения траектории с препятствиями?
---	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

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

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

Нижний порог выполнения задания в процентах: 65

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

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

1 семестр

Форма промежуточной аттестации: Зачет с оценкой

Пример билета

Вопрос №1: Лемма о суммах синусов и косинусов кратных аргументов. Вопрос №2: Кубические V-сплайны Шенберга Задача:
ВАР. 1 Вычислить коэффициенты эрмитовых кубических многочленов с заданными значениями в узлах 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: ПК-1(Компетенция)

Вопросы, задания

- 1.1.Интерполяционный тригонометрический многочлен.
- 2.3.Интерполяция кубическими сплайнами
- 3.4.Метод прогонки
- 4.5.Кватернионы и основные операции над ними
- 5.6.Кинематическое уравнение для кватерниона поворота
- 6.7.Определение В-сплайнов
- 7.8.Формула Кокса – де Бора
- 8.9.Решение задач интерполяции с помощью кубических В-сплайнов
- 9.10.Простейший способ локальной аппроксимации сплайнами
- 10.11.Кубические V-сплайны Шенберга
- 11.2.Интерполяция эрмитовыми кубическими многочленами

Материалы для проверки остаточных знаний

- 1.8.В-сплайн нулевого порядка?

Ответы:

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

Верный ответ: 1.

- 2.6. Из скольких независимых параметров состоит кватернион

Ответы:

- 1.1;
- 2.2;
- 3.4

Верный ответ: 3.

- 3.5.Граничные условия типа 1 для кубических сплайнов?

Ответы:

$$F(X_0)=F_0; F(X_n)=F_n$$
$$F'(X_0)=DF_0; F'(X_n)=DF_n$$

- 4.4. Какой должна быть матрица А в СЛАУ $AX=B$ для сходимости метода прогонки?

Ответы:

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

Верный ответ: 3.

5.2. 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.

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

Ответы:

- 1.да;
- 2.нет;
- 3.да, если период интерполяции равен 2π

Верный ответ: 1.

7.9. Отличия интерполяции и аппроксимации?

Ответы:

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

8.3. Чему равняется дефект сплайнов?

Ответы:

- 1.1;
- 2.2;
- 3.4

Верный ответ: 1.

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

Ответы:

- 1.1;
- 2.2;
- 3.3

Верный ответ: 3.

10.7. Что такое параметры Родрига-Гамильтона?

Ответы:

- $x_0 = e_1 \sin(\varphi/2)$
 $x_1 = e_2 \sin(\varphi/2)$
 $x_2 = e_3 \sin(\varphi/2)$
 $x_3 = \cos(\varphi/2)$

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

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

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

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

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