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

Направление подготовки/специальность: 13.03.03 Энергетическое машиностроение

Наименование образовательной программы: Интеллектуальные производственные технологии

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ В ИНЖЕНЕРНЫХ РАСЧЕТАХ

Блок:	**Блок 1 «Дисциплины (модули)»**
Часть образовательной программы:	**Часть, формируемая участниками образовательных отношений**
№ дисциплины по учебному плану:	**Б1.Ч.03**
Трудоемкость в зачетных единицах:	**6 семестр - 6;**
Часов (всего) по учебному плану:	**216 часов**
Лекции	**6 семестр - 28 часа;**
Практические занятия	**6 семестр - 28 часа;**
Лабораторные работы	**6 семестр - 14 часов;**
Консультации	**6 семестр - 2 часа;**
Самостоятельная работа	**6 семестр - 143,5 часа;**
в том числе на КП/КР	**не предусмотрено учебным планом**
Иная контактная работа	**проводится в рамках часов аудиторных занятий**
включая: **Контрольная работа** **Расчетно-графическая работа** **Тестирование**	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	**6 семестр - 0,5 часа;**

Москва 2025

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» Сведения о владельце ЦЭП МЭИ Владелец: Гончаров А.Л. Идентификатор: R1e4b7e3c-GoncharovAL-b043abe	А.Л. Гончаров

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель образовательной программы	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» Сведения о владельце ЦЭП МЭИ Владелец: Овечников С.А. Идентификатор: R8f25bf1e-OvechnikovSA-a943abe	С.А. Овечников
Заведующий выпускающей кафедрой	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» Сведения о владельце ЦЭП МЭИ Владелец: Гончаров А.Л. Идентификатор: R1e4b7e3c-GoncharovAL-b043abe	А.Л. Гончаров

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Изучение основных численных методов, применяемых для решения инженерных задач, а также освоение способов их реализации с использованием языков программирования высокого уровня..

Задачи дисциплины

- Освоение алгоритмов основных численных методов.;
- Приобретение навыков реализации численных методов на примере языка программирования высокого уровня.;
- Приобретение навыков составления и исследования математической модели при решении инженерных задач..

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
РПК-3 Способен участвовать в производственно-технологической деятельности в сфере энергетического машиностроения	ИД-2$_{РПК-3}$ Принимает обоснованные технические решения при разработке технологии производства и ремонта объектов профессиональной деятельности	знать: - Классификацию и характеристики основных численных методов решения инженерных задач. Виды и источники ошибок приближенных вычислений.; - Принципы и алгоритмы реализации математических методов приближенных вычислений на языке программирования высокого уровня.. уметь: - Находить аппроксимирующую и интерполирующую функции для набора экспериментальных точек, анализировать результаты вычисления, проводить их интерпретацию.; - Применять численные методы для анализа макро-структуры сварных соединений, выполненных ЭЛС, определять некоторые технологические параметры (площадь и степень проплавления, термический кпд).

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Интеллектуальные производственные технологии (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.03 Энергетическое машиностроение, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Базируется на уровне среднего общего образования.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания
				Контактная работа								СР		
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль	
							КПР	ГК	ИККП	ТК				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Введение в численные методы. Элементы теории ошибок.	18	6	4	2	2	-	-	-	-	-	10	-	***Самостоятельное изучение теоретического материала:*** Изучение дополнительного материала по разделу "Введение в численные методы. Элементы теории ошибок." ***Изучение материалов литературных источников:*** [1], 47-51 [2], 9-24
1.1	Введение в численные методы. Элементы теории ошибок.	18		4	2	2	-	-	-	-	-	10	-	
2	Численное решение нелинейных уравнений	38		6	4	6	-	-	-	-	-	22	-	***Подготовка расчетно-графического задания:*** Расчетное задание № 1 “Численное решение нелинейных алгебраических уравнений” ***Самостоятельное изучение теоретического материала:*** Изучение дополнительного материала по разделу "Численное решение нелинейных уравнений" ***Изучение материалов литературных источников:*** [1], 112-135 [2], 87-112
2.1	Численное решение нелинейных уравнений	38		6	4	6	-	-	-	-	-	22	-	
3	Методы численного интегрирования.	36		6	2	6	-	-	-	-	-	22	-	***Подготовка расчетно-графического задания:*** Расчетное задание № 2 “Численное интегрирование” ***Самостоятельное изучение теоретического материала:*** Изучение дополнительного материала по разделу
3.1	Методы численного интегрирования.	36		6	2	6	-	-	-	-	-	22	-	

														"Методы численного интегрирования." ***Изучение материалов литературных источников:*** [1], 577-581 [2], 455-465 [3], 57-114
4	Численное решение систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ).	44		6	4	6	-	-	-	-	-	28	-	***Подготовка расчетно-графического задания:*** Расчетное задание № 3 “Численное решение СЛАУ” ***Самостоятельное изучение теоретического материала:*** Изучение дополнительного материала по разделу "Численное решение систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ)." ***Изучение материалов литературных источников:*** [1], 3-6, 10-12 [2], 139-156, 171-175, 185-187 [3], 143-148
4.1	Численное решение систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ).	44		6	4	6	-	-	-	-	-	28	-	
5	Аппроксимация и интерполяция функций	44		6	2	8	-	-	-	-	-	28	-	***Подготовка к текущему контролю:*** Повторение материала по разделу "Аппроксимация и интерполяция функций" ***Самостоятельное изучение теоретического материала:*** Изучение дополнительного материала по разделу "Аппроксимация и интерполяция функций" ***Изучение материалов литературных источников:*** [3], 60-64, 67-71
5.1	Аппроксимация и интерполяция функций	44		6	2	8	-	-	-	-	-	28	-	
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	**216.0**		**28**	**14**	**28**	-	**2**	-	-	**0.5**	**110**	**33.5**	
	Итого за семестр	**216.0**		**28**	**14**	**28**	**2**		-		**0.5**	**143.5**		

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПР – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Введение в численные методы. Элементы теории ошибок.

1.1. Введение в численные методы. Элементы теории ошибок.

Общая схема решения инженерной задачи. Постановка задачи численных методов. Ошибки. Происхождение и виды ошибок. Способы округления. Распространение ошибок..

2. Численное решение нелинейных уравнений

2.1. Численное решение нелинейных уравнений

Этапы решения уравнения. Отделение корней. Метод дихотомии. Решение алгебраических уравнений (АУ) методом последовательных приближений. Сходимость метода, условия сходимости. Решение АУ методом секущих. Сходимость метода. Решение АУ методом Нью-тона (метод касательных). Варианты метода. Решение АУ методом хорд. Основные расчет-ные формулы..

3. Методы численного интегрирования.

3.1. Методы численного интегрирования.

Классификация методов интегрирования. Методы Ньютона-Котеса. Численное интегрирование методом прямоугольников. Варианты метода. Порядок и погрешности метода. Методы апостериорной оценки погрешностей (методы Рунге и Эйткена). Численное интегрирование методом трапеций. Интегрирование методом Симпсона. Интегрирование методом Гаусса (метод наивысшей алгебраической точности). Основные идеи реализации метода. Порядок и погрешность методов..

4. Численное решение систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ).

4.1. Численное решение систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ).

Обзор методов решения СЛАУ. Сходимость методов. Численное решение СЛАУ методом исключения (Гаусса, прогонки). Итерационные методы (простой итерации, Гаусса-Зайделя). Сходимость, условие сходимости. Влияние погрешностей коэффициентов на точность ре-шения системы линейных алгебраических уравнений..

5. Аппроксимация и интерполяция функций

5.1. Аппроксимация и интерполяция функций

Аппроксимация данных методом наименьших квадратов при произвольном базисе. Степенной базис. Полиномиальная аппроксимация Интерполяция зависимостей сплайн-функциями. Основные принципы определения коэффициентов сплайнов..

3.3. Темы практических занятий

1. 11 Интерполяция таблично заданной функции сплайном (2 часа).;
2. 9 Интерполяция таблично заданной функции полиномом (2 часа).;
3. 8 Решение СЛАУ итерационными методами. Анализ сходимости численных методов реше-ния СЛАУ (2 часа).;
4. 7 Решение СЛАУ методом Гаусса (2 часа).;
5. 10 Метод наименьших квадратов. Аппроксимация функции одной переменной полиномом (4 часа). Обработка данных физического эксперимента.;
6. 5 Практическая реализация, порядок и погрешность методов интегрирования (прямоуголь-ников, трапеций, Симпсона и Гаусса-2). Прикладное применение

численного метода для за-дач анализа макро и микроструктуры сварных соединений. (6 часов).;
7. 4 Численное решение нелинейного алгебраического уравнения различными методами, срав-нение методов (2 часа). Прикладное применение численного метода для задач анализа макро и микроструктуры сварных соединений.;
8. 3 Графическое и аналитическое отделение корней алгебраического уравнения (2 часа);
9. 1 Введение в языки объектно-ориентированного программирования на примере Visual-Basic.NET. (2 часа).;
10. 2 Создание графического интерфейса для реализации численных методов расчета. Анализ ошибок вычисления. Построение графика функции (2 часа).;
11. 6 Работа с таблицами в VisualBasic.NET, ввод и вывод числовых данных, работа с файлами (2 часа)..

3.4. Темы лабораторных работ

1. 5 Лабораторная работа №5 «Приближенное решение СЛАУ прямым м итерационным методом» (2 часа).;
2. 3 Лабораторная работа № 3 «Вычисление изолированного корня нелинейного алгебра-ического уравнения различными методами» (2 часа).;
3. 6 Лабораторная работа № 6 «Составление СЛАУ и вычисления коэффициентов ап-проксимирующего полинома» (2 часа).;
4. 7 Лабораторная работа № 7 «Сплайн-интерполяция табличной функции одной пере-менной» (2 часа).;
5. 2 Лабораторная работа № 2 «Отделение корней нелинейного алгебраического уравнения» (2 часа).;
6. 4 Лабораторная работа №4 «Приближенное вычисление интеграла функции одной пе-ременной» (2 часа).;
7. 1 Лабораторная работа № 1 «Анализ погрешностей»(2 часа)..

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Введение в численные методы. Элементы теории ошибок."
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Численное решение нелинейных уравнений"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Методы численного интегрирования."
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Численное решение систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ)."
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Аппроксимация и интерполяция функций"

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)					Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	5	
Знать:							
Принципы и алгоритмы реализации математических методов приближенных вычислений на языке программирования высокого уровня.	ИД-2$_{РПК-3}$		+	+	+	+	Тестирование/Контрольное мероприятие № 4. Тест в системе Прометей.
Классификацию и характеристики основных численных методов решения инженерных задач. Виды и источники ошибок приближенных вычислений.	ИД-2$_{РПК-3}$	+					Контрольная работа/Контрольное мероприятие № 1. Контрольная работа по теме "Теория ошибок".
Уметь:							
Применять численные методы для анализа макро-структуры сварных соединений, выполненных ЭЛС, определять некоторые технологические параметры (площадь и степень проплавления, термический кпд)	ИД-2$_{РПК-3}$				+	+	Расчетно-графическая работа/Контрольное мероприятие № 3 Расчетное задание № 2. “Анализ экспериментальных данных по измерению термоэлектрических свойств сталей”
Находить аппроксимирующую и интерполирующую функции для набора экспериментальных точек, анализировать результаты вычисления, проводить их интерпретацию.	ИД-2$_{РПК-3}$		+	+			Расчетно-графическая работа/Контрольное мероприятие № 2 Расчетное задание № 1 “Анализ макрошлифа сварного соединения, полученного ЭЛС”

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

6 семестр

Форма реализации: Выполнение задания

1. Контрольное мероприятие № 2 Расчетное задание № 1 “Анализ макрошлифа сварного соединения, полученного ЭЛС” (Расчетно-графическая работа)

Форма реализации: Защита задания

1. Контрольное мероприятие № 3 Расчетное задание № 2. “Анализ экспериментальных данных по измерению термоэлектрических свойств сталей” (Расчетно-графическая работа)

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Контрольное мероприятие № 4. Тест в системе Прометей. (Тестирование)

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольное мероприятие № 1. Контрольная работа по теме "Теория ошибок". (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №6)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» Итоговая оценка определяется на основании соотнесения текущей оценки и оценки по промежуточной аттестации. На усмотрение преподавателя оценка по промежуточной аттестации может быть выставлена по средней оценки текущего контроля: "хорошо" - средняя оценка от 3,8 до 4,6 "отлично" - средняя оценка от 4,7 до 5,0

В диплом выставляется оценка за 6 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Демидович, Б. П. Основы вычислительной математики : учебное пособие / Б. П. Демидович, И. А. Марон. – 8-е изд., стер. – СПб. : Лань-Пресс, 2011. – 672 с. – (Классическая учебная литература по математике). – ISBN 978-5-8114-0695-1.;
2. Амосов А. А., Дубинский Ю. А., Копченова Н. В.- "Вычислительные методы", (4-е изд., стер.), Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2014 - (672 с.) http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=42190;
3. Калиткин, Н. Н. Численные методы : учебное пособие для вузов / Н. Н. Калиткин ; Ред. А. А. Самарский. – 2-е изд. – СПб. : БХВ-Петербург, 2011. – 592 с. – (Учебная литература для вузов). – ISBN 978-5-9775-0500-0..

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:
1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Windows / Операционная система семейства Linux;
3. Visual Studio.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:
1. **ЭБС Лань** - https://e.lanbook.com/
2. **Научная электронная библиотека** - https://elibrary.ru/
3. **База данных журналов издательства Elsevier** - https://www.sciencedirect.com/
4. **Электронные ресурсы издательства Springer** - https://link.springer.com/
5. **База данных Web of Science** - http://webofscience.com/
6. **База данных Scopus** - http://www.scopus.com
7. **Журналы издательства Cambridge University Press** - https://www.cambridge.org/core
8. **Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ)** - http://elib.mpei.ru/login.php
9. **Открытая университетская информационная система «РОССИЯ»** - https://uisrussia.msu.ru

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	Б-103, Учебная аудитория каф. "ТМ"	парта, стол преподавателя, стол компьютерный, стул, шкаф для документов, тумба, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный, кондиционер
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Б-103, Учебная аудитория каф. "ТМ"	парта, стол преподавателя, стол компьютерный, стул, шкаф для документов, тумба, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный, кондиционер
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Ж-113, Компьютерный класс ИВЦ	стол, стул, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный, кондиционер
	Ж-206, Компьютерный класс ИВЦ	стол, стул, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный, кондиционер
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Б-103, Учебная аудитория каф. "ТМ"	парта, стол преподавателя, стол компьютерный, стул, шкаф для документов, тумба, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный, кондиционер
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Лекционная аудитория	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер

Помещения для консультирования	Б-103, Учебная аудитория каф. "ТМ"	парта, стол преподавателя, стол компьютерный, стул, шкаф для документов, тумба, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный, кондиционер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Х-202в, Помещение кафедры "Технологии металлов"	стол, стул, шкаф

Приложение А

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Численные методы в инженерных расчетах

(название дисциплины)

6 семестр

Перечень контрольных мероприятий <u>текущего контроля</u> успеваемости по дисциплине:

КМ-1 Контрольное мероприятие № 1. Контрольная работа по теме "Теория ошибок". (Контрольная работа)

КМ-2 Контрольное мероприятие № 2 Расчетное задание № 1 “Анализ макрошлифа сварного соединения, полученного ЭЛС” (Расчетно-графическая работа)

КМ-3 Контрольное мероприятие № 3 Расчетное задание № 2. “Анализ экспериментальных данных по измерению термоэлектрических свойств сталей” (Расчетно-графическая работа)

КМ-4 Контрольное мероприятие № 4. Тест в системе Прометей. (Тестирование)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	7	10	14
1	Введение в численные методы. Элементы теории ошибок.					
1.1	Введение в численные методы. Элементы теории ошибок.		+			
2	Численное решение нелинейных уравнений					
2.1	Численное решение нелинейных уравнений			+		+
3	Методы численного интегрирования.					
3.1	Методы численного интегрирования.			+		+
4	Численное решение систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ).					
4.1	Численное решение систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ).				+	+
5	Аппроксимация и интерполяция функций					
5.1	Аппроксимация и интерполяция функций				+	+
		Вес КМ, %:	25	25	25	25