

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

Направление подготовки/специальность: 15.03.01 Машиностроение

Наименование образовательной программы: Машины и технология высокоэффективных процессов обработки материалов

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная


Рабочая программа дисциплины
ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ В ИНЖЕНЕРНЫХ РАСЧЕТАХ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Вариативная
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.В.13.01.02
Трудоемкость в зачетных единицах:	6 семестр - 6;
Часов (всего) по учебному плану:	216 часов
Лекции	6 семестр - 42 часа;
Практические занятия	6 семестр - 14 часов;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	6 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	6 семестр - 157,2 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 - 0,8 часа;

Москва 2021

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	Петров П.Ю.
	Идентификатор	R653adc76-PetrovPY-f1c0c784

П.Ю. Петров

Заведующий выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Драгунов В.К.
	Идентификатор	R75d71719-DragunovVK-00c02b9f

В.К. Драгунов

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
ОПК-5 способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности		знать: - классификацию и характеристики основных численных методов решения инженерных задач. Виды и источники ошибок приближенных вычислений. уметь: - вычислять корни нелинейного алгебраического уравнения с заданной точностью.
ПК-2 умением обеспечивать моделирование технических объектов и технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов		знать: - принципы и алгоритмы реализации математических методов приближенных вычислений на языке программирования высокого уровня; - основные математические методы приближенных вычислений. уметь: - составлять программу на языке высокого уровня и находить приближенное решение системы линейных алгебраических уравнений с заданной точностью;; - проводить исследование численного метода, анализировать результаты вычисления, проводить их обработку и интерпретацию.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока дисциплин основной профессиональной образовательной программе Машины и технология высокоэффективных процессов обработки материалов (далее – ОПОП), направления подготовки 15.03.01 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	16	6	4	-	2	-	-	-	-	-	10	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Введение в численные методы. Элементы теории ошибок" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], 47-51
1.1	Введение в численные методы. Элементы теории ошибок	16		4	-	2	-	-	-	-	-	10	-	
2	Численное решение нелинейных уравнений	23		7	-	2	-	-	-	-	-	14	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Численное решение нелинейных уравнений" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 87-112 [3], 112-135
2.1	Численное решение нелинейных уравнений	23		7	-	2	-	-	-	-	-	14	-	
3	Методы численного интегрирования.	34		7	-	2	-	-	-	-	-	25	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Методы численного интегрирования." <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 455-465 [3], 577-581
3.1	Методы численного интегрирования.	34		7	-	2	-	-	-	-	-	25	-	
4	Численное решение систем линейных алгебраических	30	7	-	3	-	-	-	-	-	20	-	<u>Подготовка расчетно-графического задания:</u> Расчетное задание № 3 "Численное решение СЛАУ"	

	уравнений (СЛАУ).															
4.1	Численное решение систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ).	30	7	-	3	-	-	-	-	-	20	-		<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Численное решение систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ)." <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 143-148 [2], 139-156, 171-175,185-187 [3], 3-6, 10-12		
5	Аппроксимация и интерполяция функций.	27	7	-	2	-	-	-	-	-	18	-		<u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Аппроксимация и интерполяция функций. и подготовка к контрольной работе		
5.1	Аппроксимация данных методом наименьших квадратов при	27	7	-	2	-	-	-	-	-	18	-		<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Аппроксимация и интерполяция функций." <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 60-64, 67-71		
6	Численное решение дифференциальных уравнений	30	6	-	2	-	-	-	-	-	22	-		<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу		
6.1	Численное решение дифференциальных уравнений	30	6	-	2	-	-	-	-	-	22	-		"Численное решение дифференциальных уравнений" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 477-493, 496-521		
7	Методы минимизации функций	19.7	4	-	1	-	-	-	-	-	14.7	-		<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу		
7.1	Методы минимизации функций	19.7	4	-	1	-	-	-	-	-	14.7	-		"Методы минимизации функций" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 57-114 [2], 286-307, 312-338		
	Экзамен	36.3	-	-	-	-	2	-	-	0.8	-	33.5				
	Всего за семестр	216.0	42	-	14	-	2	-	-	0.8	123.7	33.5				

	Итого за семестр	216.0		42	-	14	2	-	0.8	157.2	
--	-------------------------	--------------	--	-----------	----------	-----------	----------	----------	------------	--------------	--

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 Ньютона (метод касательных). Варианты метода. Решение АУ методом хорд. Основные расчетные формулы..

3. Методы численного интегрирования.

3.1. Методы численного интегрирования.

Сравнение методов. 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 (метод Гаусса). Итерационные методы (метод Гаусса-Зайделя). Сходимость, условие сходимости. Влияние погрешностей коэффициентов на точность решения системы линейных алгебраических уравнений..

5. Аппроксимация и интерполяция функций.

5.1. Аппроксимация данных методом наименьших квадратов при

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

6. Численное решение дифференциальных уравнений

6.1. Численное решение дифференциальных уравнений

Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ). Приближенные методы решения ОДУ (метод Пикара, метод последовательного дифференцирования). Численные методы решения ОДУ, методы Рунге-Кутты (метод Эйлера, итерационный метод, метод Адамса, метод Рунге-Кутты 4-го порядка). Численное решение дифференциальных уравнений в частных производных. Виды уравнений в частных производных. Конечно-разностные методы решения. Сетки и шаблоны. Точность решения..

7. Методы минимизации функций

7.1. Методы минимизации функций

Минимизация функций одной переменной (методы дихотомии, Фибоначчи, золотого сечения, Ньютона). Минимизация функций многих переменных: градиентные методы (метод наискорейшего спуска, метод покоординатного спуска). Симплекс-метод..

3.3. Темы практических занятий

1. 12 Симплекс-метод при минимизации функции двух переменных (4 часа).;
2. 11 Численное решение задачи Дирихле для уравнения Лапласа (2 часа).;
3. 10 Решение ОДУ методом Адамса (2 часа).;
4. 9 Аппроксимация таблично заданной функции методом наименьших квадратов (4 часа).;
5. 8 Интерполяция таблично заданной функции сплайном (2 часа).;
6. 7 Решение СЛАУ итерационными методами. Анализ сходимости численных методов решения СЛАУ (4 часа).;
7. 6 Решение СЛАУ методом Гаусса (4 часа).;
8. 5 Работа с таблицами в VisualBasic.NET, ввод и вывод числовых данных (2 часа).;
9. 4. Практическая реализация, порядок и погрешность методов интегрирования (2 часа).;
10. 3. Численное решение нелинейного алгебраического уравнения различными методами, сравнение методов (2 часа).;
11. 2. Графическое и аналитическое отделение корней алгебраического уравнения (2 часа).;
12. 1. Введение в языки объектно-ориентированного программирования на примере VisualBasic.NET. Создание графического интерфейса для реализации численных методов расчета. Анализ ошибок вычисления (4 часа).

3.4. Темы лабораторных работ

не предусмотрено

3.5 Консультации

Аудиторные консультации по курсовому проекту/работе (КПР)

1. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Аппроксимация и интерполяция функций."

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."
6. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Численное решение дифференциальных уравнений"
7. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Методы минимизации 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	6	7		
Знать:										
классификацию и характеристики основных численных методов решения инженерных задач. Виды и источники ошибок приближенных вычислений	ОПК-5(Компетенция)	+								Контрольная работа/Контрольное мероприятие № 1
основные математические методы приближенных вычислений	ПК-2(Компетенция)		+	+	+	+	+	+	+	Тестирование/Контрольное мероприятие № 7
принципы и алгоритмы реализации математических методов приближенных вычислений на языке программирования высокого уровня	ПК-2(Компетенция)		+	+	+	+	+	+	+	Тестирование/Контрольное мероприятие № 6
Уметь:										
вычислять корни нелинейного алгебраического уравнения с заданной точностью	ОПК-5(Компетенция)		+							Расчетно-графическая работа/Контрольное мероприятие № 2
проводить исследование численного метода, анализировать результаты вычисления, проводить их обработку и интерпретацию	ПК-2(Компетенция)		+	+	+	+				Контрольная работа/Контрольное мероприятие № 5
составлять программу на языке высокого уровня и находить приближенное решение системы линейных алгебраических уравнений с заданной точностью;	ПК-2(Компетенция)			+	+					Расчетно-графическая работа/Контрольное мероприятие № 3 Расчетно-графическая работа/Контрольное мероприятие № 4

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: Защита задания

1. Контрольное мероприятие № 2 (Расчетно-графическая работа)
2. Контрольное мероприятие № 3 (Расчетно-графическая работа)
3. Контрольное мероприятие № 4 (Расчетно-графическая работа)

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Контрольное мероприятие № 6 (Тестирование)
2. Контрольное мероприятие № 7 (Тестирование)

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольное мероприятие № 1 (Контрольная работа)
2. Контрольное мероприятие № 5 (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 соотношения 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. 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 .;
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. 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 ..

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	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 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-302, Читальный зал отдела обслуживания учебной литературой	стул, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный
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	А-06а/2, Склад кафедры ТМ	вешалка для одежды

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Численные методы в инженерных расчетах

(название дисциплины)

6 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Контрольное мероприятие № 1 (Контрольная работа)
- КМ-2 Контрольное мероприятие № 2 (Расчетно-графическая работа)
- КМ-3 Контрольное мероприятие № 3 (Расчетно-графическая работа)
- КМ-4 Контрольное мероприятие № 4 (Расчетно-графическая работа)
- КМ-5 Контрольное мероприятие № 5 (Контрольная работа)
- КМ-6 Контрольное мероприятие № 6 (Тестирование)
- КМ-7 Контрольное мероприятие № 7 (Тестирование)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6	КМ-7
		Неделя КМ:	4	8	12	12	16	16	16
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 данных методом наименьших квадратов при						+	+	+
6	Численное решение дифференциальных уравнений								
6.1	Численное решение дифференциальных уравнений							+	+
7	Методы минимизации функций								

7.1	Методы минимизации функций						+	+
Вес КМ, %:		10	15	15	15	15	15	15