

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

Направление подготовки/специальность: 27.03.04 Управление в технических системах

Наименование образовательной программы: Системы и технические средства автоматизации и управления

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ МЕТОДЫ


Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Обязательная
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.О.13.04
Трудоемкость в зачетных единицах:	4 семестр - 5;
Часов (всего) по учебному плану:	180 часов
Лекции	4 семестр - 32 часа;
Практические занятия	4 семестр - 16 часов;
Лабораторные работы	4 семестр - 16 часов;
Консультации	проводится в рамках часов аудиторных занятий
Самостоятельная работа	4 семестр - 115,7 часов;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая:	
Лабораторная работа	
Расчетно-графическая работа	
Промежуточная аттестация:	
Зачет с оценкой	4 семестр - 0,3 часа;

Москва 2020

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Вестфальский А.Е.
	Идентификатор	Rd0dd34ac-VestfalskyAY-542acad

(подпись)

А.Е.
Вестфальский

(расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шилин Д.В.
	Идентификатор	R495daf18-ShilinDV-59db3f0e


(подпись)

Д.В. Шилин

(расшифровка
подписи)

Заведующий выпускающей
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Бобряков А.В.
	Идентификатор	R2c90f415-BobriakovAV-70dec1fa

(подпись)

А.В. Бобряков

(расшифровка
подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: состоит в освоении методов численного решения основных математических задач, возникающих в инженерной практике, а также в изучении принципов и способов их построения и теоретического обоснования

Задачи дисциплины

- освоение основных численных методов решения скалярных уравнений и систем линейных уравнений, численных методов аппроксимации, методов численного дифференцирования и интегрирования, численных методов решения начальных и краевых задач для дифференциальных уравнений;

- знакомство с теоретическим обоснованием свойств вышеперечисленных методов;

- освоение некоторых общих подходов и приемов построения рассматриваемых численных методов.

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-1 Способен анализировать задачи профессиональной деятельности на основе положений, законов и методов естественных наук и математики	ИД-2 _{ОПК-1} Применяет математический аппарат теории рядов и численных методов, теории дифференциальных уравнений	знать: - методы приближения функций, численного интегрирования и дифференцирования, численные методы решения начальных и краевых задач для дифференциальных уравнений; - основы теории погрешности, численные методы решения скалярных уравнений и систем линейных алгебраических уравнений. уметь: - правильно выбирать численный метод, опираясь на анализ характера поставленной задачи и знание свойств соответствующих методов; - анализировать точность (погрешность) полученного численного решения, в том числе давать рекомендации по возможности достижения требуемой точности; - выводить расчетные формулы методов, строго обосновывать их свойства (оценки погрешности, сходимость, условия применения).
ОПК-6 Способен разрабатывать и использовать алгоритмы и программы, современные информационные технологии, методы и средства контроля, диагностики и	ИД-1 _{ОПК-6} Использует современные информационные технологии и программное обеспечение при решении задач профессиональной деятельности	уметь: - грамотно реализовывать расчетные формулы методов, используя алгоритмические языки программирования или специальные средства математических пакетов прикладных программ.

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
управления, пригодные для практического применения в сфере своей профессиональной деятельности		

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Системы и технические средства автоматизации и управления (далее – ОПОП), направления подготовки 27.03.04 Управление в технических системах, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать алгебру и аналитическую геометрию, математический анализ, математический анализ часть 2, программирование и основы алгоритмизации

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 5 зачетных единиц, 180 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	Основы теории погрешностей и машинной арифметики	20	4	2	2	2	-	-	-	-	-	14	-	<p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Изучение и повторение теоретического материала по теме лабораторной работы, изучение целей выполнения работы, правил оформления отчета.</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Основы теории погрешностей и машинной арифметики", подготовка к выполнению заданий на практических занятиях.</p> <p><u>Подготовка расчетных заданий:</u> Решение типовых задач по разделу "Основы теории погрешностей и машинной арифметики". Студентам необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач, провести расчеты по варианту задания.</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 26--45 [2], 1--5 [5], 4--7 [6], 1--2</p>
1.1	Основы теории погрешностей и машинной арифметики	20		2	2	2	-	-	-	-	-	14	-	
2	Решение нелинейных уравнений	24		4	4	2	-	-	-	-	-	14	-	
2.1	Решение нелинейных уравнений	24		4	4	2	-	-	-	-	-	14	-	

														<p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Решение нелинейных уравнений", подготовка к выполнению заданий на практических занятиях.</p> <p><u>Подготовка расчетных заданий:</u> Решение типовых задач по теме "Решение нелинейных уравнений". Студентам необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач, провести расчеты по варианту задания.</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 87--125 [2], 6--16 [5], 8--10 [6], 2--3 [7], стр. 245-251</p>
3	Решение систем линейных алгебраических уравнений	32	6	4	4	-	-	-	-	-	18	-	<p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Решение систем линейных алгебраических уравнений", подготовка к выполнению заданий на практических занятиях.</p> <p><u>Подготовка расчетных заданий:</u> Решение типовых задач по теме "Решение систем линейных алгебраических уравнений". Студентам необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач, провести расчеты по варианту задания.</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 145--157, 130--136, 202--218 [2], 16--36 [5], 11--15 [6], 4--5 [7], стр. 202-215</p>	
3.1	Решение систем линейных алгебраических уравнений	32	6	4	4	-	-	-	-	-	18	-	<p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Решение систем линейных алгебраических уравнений", подготовка к выполнению заданий на практических занятиях.</p> <p><u>Подготовка расчетных заданий:</u> Решение типовых задач по теме "Решение систем линейных алгебраических уравнений". Студентам необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач, провести расчеты по варианту задания.</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 145--157, 130--136, 202--218 [2], 16--36 [5], 11--15 [6], 4--5 [7], стр. 202-215</p>	
4	Приближение	24	4	-	2	-	-	-	-	-	18	-	<p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></p>	

	функций по методу наименьших квадратов. Интерполяция функций													Изучение материала по разделу "Приближение функций. МНК и интерполяция", подготовка к выполнению заданий на практических занятиях. <u>Подготовка расчетных заданий:</u> Решение типовых задач по теме "Приближение функций. МНК и интерполяция". Студентам необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач, провести расчеты по варианту задания. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 347--359, 366--380, 400--414 [3], 1--25 [5], 16--20 [6], 6--8
4.1	Приближение функций по методу наименьших квадратов. Интерполяция функций	24	4	-	2	-	-	-	-	-	18	-		
5	Численное интегрирование и дифференцирование	26	6	2	2	-	-	-	-	-	16	-		<u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Изучение и повторение теоретического материала по теме "Численное интегрирование и дифференцирование", изучение целей выполнения лабораторной работы, правил оформления отчета. <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Численное интегрирование и дифференцирование", подготовка к выполнению заданий на практических занятиях. <u>Подготовка расчетных заданий:</u> Решение типовых задач по теме "Численное интегрирование и дифференцирование". Студентам необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач, провести расчеты по варианту задания. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 426--451, 455--465 [3], 26--44
5.1	Численное интегрирование и дифференцирование	26	6	2	2	-	-	-	-	-	16	-		

															[5], 21--26 [6], 9--11
6	Численное решение задачи Коши	30	6	4	2	-	-	-	-	-	18	-			<u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Изучение и повторение теоретического материала по теме "Численное решение задачи Коши", изучение целей выполнения лабораторной работы, правил оформления отчета.
6.1	Численное решение задачи Коши	30	6	4	2	-	-	-	-	-	18	-			<u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Численное решение задачи Коши", подготовка к выполнению заданий на практических занятиях. <u>Подготовка расчетных заданий:</u> Решение типовых задач по теме "Численное решение задачи Коши". Студентам необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач, провести расчеты по варианту задания. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 476--516 [4], 2--30 [5], 27--29 [6], 12--14
7	Численное решение краевых задач	23.7	4	-	2	-	-	-	-	-	17.7	-			<u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Численное решение задачи Коши", подготовка к выполнению заданий на практических занятиях.
7.1	Численное решение краевых задач	23.7	4	-	2	-	-	-	-	-	17.7	-			<u>Подготовка расчетных заданий:</u> Решение типовых задач по теме "Численное решение краевых задач". Студентам необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач, провести расчеты по варианту задания. <u>Изучение материалов литературных</u>

													источников: [1], 555--579 [4], 30--44 [5], 30--31 [6], 15--16
	Зачет с оценкой	0.3	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	-	
	Всего за семестр	180.0	32	16	16	-	-	-	-	0.3	115.7	-	
	Итого за семестр	180.0	32	16	16	-	-	-	-	0.3	115.7	-	

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. Основы теории погрешностей и машинной арифметики

1.1. Основы теории погрешностей и машинной арифметики

Источники и классификация погрешностей. Абсолютная и относительная погрешности. Округление. Понятие верной цифры. Погрешности (относительные) арифметических операций. Погрешность функции одной и многих переменных. Обусловленность вычислительной задачи. Представление чисел в ЭВМ. Понятия машинного эпсилон, машинной бесконечности, машинного нуля..

2. Решение нелинейных уравнений

2.1. Решение нелинейных уравнений

Постановка задачи поиска корня нелинейного уравнения. Локализация корней. Метод бисекции: алгоритм и теорема сходимости. Метод простой итерации. Достаточное условие сходимости. Априорные и апостериорные оценки погрешности. Приведение к виду, удобному для итераций. Метод Ньютона. Теорема сходимости (без доказательства). Достоинства и недостатки метода Ньютона. Скорость сходимости. Модификации метода Ньютона (метод секущих, упрощенный метод Ньютона и др.)..

3. Решение систем линейных алгебраических уравнений

3.1. Решение систем линейных алгебраических уравнений

Прямые и итерационные методы решения. Метод Гаусса и его модификации с выбором главного элемента. Трудоемкость метода Гаусса. LU-разложение матрицы и его использование. Метод прогонки. Алгоритм и трудоемкость метода. Нормы векторов и матриц. Обусловленность задачи решения СЛАУ. Число обусловленности. Постановка задачи решения СЛАУ итерационным методом. Метод простой итерации, метод Зейделя: алгоритмы и теоремы сходимости. Метод последовательной верхней релаксации. Геометрическая интерпретация..

4. Приближение функций по методу наименьших квадратов. Интерполяция функций

4.1. Приближение функций по методу наименьших квадратов. Интерполяция функций

Постановка задачи приближения функций. Среднеквадратичное отклонение. Метод наименьших квадратов. Вывод нормальной системы метода, ее разрешимость. Приближение алгебраическими многочленами. Постановка задачи глобальной полиномиальной интерполяции. Существование и единственность интерполяционного многочлена. Многочлен Лагранжа. Погрешность интерполяции. Интерполяционный многочлен Ньютона с конечными и с разделенными разностями..

5. Численное интегрирование и дифференцирование

5.1. Численное интегрирование и дифференцирование

Постановка задачи численного интегрирования. Формулы прямоугольников, трапеций, Симпсона и их оценки погрешности. Правило Рунге оценки погрешностей. Построение адаптивных процедур. Постановка задачи численного дифференцирования. Левая, правая и центральная разностные производные (первого порядка). Вторая разностная производная. Их оценки погрешности. Формулы интерполяционного типа..

6. Численное решение задачи Коши

6.1. Численное решение задачи Коши

Постановка задачи Коши. Дискретизация задачи. Основные характеристики численных методов: явность/неявность, одно-/многошаговость. Аппроксимация, устойчивость и сходимость численных методов. Понятие о локальной и глобальной погрешностях. Явный метод Эйлера. Модификации метода Эйлера 2-го порядка точности. Неявный метод Эйлера. Идея построения методов Рунге-Кутты. Общая формула m -этапного метода. Однопараметрическое семейство методов Рунге-Кутты 2-го порядка точности. Методы, основанные на использовании формулы Тейлора. Правило Рунге оценки погрешности. Организация программ с автоматическим выбором шага. Понятие о жестких задачах..

7. Численное решение краевых задач

7.1. Численное решение краевых задач

Постановка краевой задачи. Дискретизация задачи. Сетка, сеточные функции. Построение разностной схемы для решения первой краевой задачи с постоянным коэффициентом теплопроводности. Разрешимость. Использование метода прогонки. Устойчивость, аппроксимация и сходимость. Разностная схема для решения первой краевой задачи с переменным коэффициентом теплопроводности. Аппроксимация краевых условий второго рода со вторым порядком точности. Численное решение начально-краевой задачи для нестационарного уравнения теплопроводности. Постановка задачи. Явная разностная схема и ее свойства. Условие устойчивости. Чисто неявная разностная схема и ее свойства. Симметричная разностная схема. Задача Дирихле для уравнения Пуассона. Постановка задачи в прямоугольнике. Дискретизация задачи, построение разностной схемы на пятиточечном шаблоне. Свойства разностной схемы. Устойчивость, аппроксимация и сходимость. Итерационные методы решения. Исследование матрицы системы..

3.3. Темы практических занятий

1. Теория погрешностей и машинная арифметика;
2. Решение скалярных уравнений;
3. Решение систем линейных алгебраических уравнений;
4. Приближение функций;
5. Численное интегрирование и дифференцирование;
6. Численное решение задачи Коши для ОДУ 1-го порядка;
7. Численное решение краевой задачи для дифференциального уравнения второго порядка;
8. Свойства вычислительных задач.

3.4. Темы лабораторных работ

1. Основы теории погрешностей. Осознанное использование ЭВМ;
2. Решение нелинейных уравнений;
3. Численное интегрирование;
4. Численное интегрирование и решение задачи Коши.

3.5 Консультации

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:										
основы теории погрешности, численные методы решения скалярных уравнений и систем линейных алгебраических уравнений	ИД-2 _{ОПК-1}	+	+	+						Расчетно-графическая работа/Погрешность функции. Решение скалярных уравнений и СЛАУ
методы приближения функций, численного интегрирования и дифференцирования, численные методы решения начальных и краевых задач для дифференциальных уравнений	ИД-2 _{ОПК-1}				+	+	+	+		Расчетно-графическая работа/Приближение функций. Численное интегрирование и дифференцирование, решение задачи Коши
Уметь:										
выводить расчетные формулы методов, строго обосновывать их свойства (оценки погрешности, сходимость, условия применения)	ИД-2 _{ОПК-1}		+							Лабораторная работа/Решение нелинейных уравнений
анализировать точность (погрешность) полученного численного решения, в том числе давать рекомендации по возможности достижения требуемой точности	ИД-2 _{ОПК-1}	+								Лабораторная работа/Основы теории погрешностей. Осознанное использование ЭВМ
правильно выбирать численный метод, опираясь на анализ характера поставленной задачи и знание свойств соответствующих методов	ИД-2 _{ОПК-1}						+	+		Лабораторная работа/Решение задачи Коши
грамотно реализовывать расчетные формулы методов, используя алгоритмические языки программирования или специальные средства математических пакетов прикладных программ	ИД-1 _{ОПК-6}					+				Лабораторная работа/Численное интегрирование

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

4.1. Текущий контроль успеваемости

4 семестр

Форма реализации: Защита задания

1. Основы теории погрешностей. Осознанное использование ЭВМ (Лабораторная работа)
2. Решение задачи Коши (Лабораторная работа)
3. Решение нелинейных уравнений (Лабораторная работа)
4. Численное интегрирование (Лабораторная работа)

Форма реализации: Проверка задания

1. Погрешность функции. Решение скалярных уравнений и СЛАУ (Расчетно-графическая работа)
2. Приближение функций. Численное интегрирование и дифференцирование, решение задачи Коши (Расчетно-графическая работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Зачет с оценкой (Семестр №4)

Оценка определяется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ»

В диплом выставляется оценка за 4 семестр.

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

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Амосов, А. А. Вычислительные методы : учебное пособие / А. А. Амосов, Ю. А. Дубинский, Н. В. Копченова . – 4-е изд., стер . – СПб. : Лань-Пресс, 2014 . – 672 с. – (Учебники для вузов. Специальная литература) . - ISBN 978-5-8114-1623-3 .;
2. Казенкин, К. О. Указания к решению задач по вычислительной математике. Теория погрешностей. Нелинейные уравнения. Системы линейных алгебраических уравнений : методическое пособие по курсам вычислительных методов по всем направлениям / К. О. Казенкин, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Издательский дом МЭИ, 2009 . – 36 с.;
3. Казенкин, К. О. Приближение функций. Численное интегрирование. Численное дифференцирование. Указания к решению задач по вычислительной математике : методическое пособие по курсу "Вычислительные методы" для студентов МЭИ по всем направлениям подготовки / К. О. Казенкин, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Издательский дом МЭИ, 2012 . – 44 с.
[http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=4384;](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=4384)
4. Казенкин, К. О. Численное решение задачи Коши. Численное решение двухточечных краевых задач. Указания к решению задач по вычислительной математике : методическое

пособие по курсу "Вычислительные методы" по всем направлениям подготовки / К. О. Казенкин, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М., 2014 . – 44 с.;

5. Амосова, О. А. Упражнения по основам численных методов : задачник для всех направлений подготовки НИУ "МЭИ" / О. А. Амосова, А. Е. Вестфальский, Г. В. Крупин, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2016 . – 32 с.

http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=8726;

6. Амосова, О. А. Вычислительные методы с применением математического пакета MATHCAD : Сборник лабораторных работ. Методическое пособие по вычислительным методам для всех факультетов МЭИ и слушателей ФПКП / О. А. Амосова, В. П. Григорьев, С. Б. Зайцева, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2000 . – 64 с.;

7. Амосов А. А., Дубинский Ю. А., Копченова Н. В. - "Вычислительные методы", (4-е изд., стер.), Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2021 - (672 с.)

<https://e.lanbook.com/book/168619>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. MathCad;
5. Майнд Видеоконференции;
6. Python.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Н-203, Лекционная учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, трибуна, мультимедийный проектор
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	М-815, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
	М-915, Учебная аудитория	стол, стул, доска меловая
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	Ж-113, Компьютерный класс ИВЦ	стол, стул, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный, кондиционер
	Ж-115, Компьютерный класс ИВЦ	стол, стул, вешалка для одежды, доска меловая, компьютерная сеть с выходом

		в Интернет, мультимедийный проектор, компьютер персональный, кондиционер
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	Г-306, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	М-714, Преподавательская каф. МКМ	рабочее место сотрудника, стул, шкаф, шкаф для документов, шкаф для одежды, тумба, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, книги, учебники, пособия
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	М-713/1, Учебно-научная лаборатория каф. МКМ	рабочее место сотрудника, стул, шкаф, шкаф для одежды, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, книги, учебники, пособия

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Вычислительные методы

(название дисциплины)

4 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Основы теории погрешностей. Осознанное использование ЭВМ (Лабораторная работа)
- КМ-2 Решение нелинейных уравнений (Лабораторная работа)
- КМ-3 Погрешность функции. Решение скалярных уравнений и СЛАУ (Расчетно-графическая работа)
- КМ-4 Численное интегрирование (Лабораторная работа)
- КМ-5 Решение задачи Коши (Лабораторная работа)
- КМ-6 Приближение функций. Численное интегрирование и дифференцирование, решение задачи Коши (Расчетно-графическая работа)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6
		Неделя КМ:	4	8	10	13	15	16
1	Основы теории погрешностей и машинной арифметики							
1.1	Основы теории погрешностей и машинной арифметики		+		+			
2	Решение нелинейных уравнений							
2.1	Решение нелинейных уравнений			+	+			
3	Решение систем линейных алгебраических уравнений							
3.1	Решение систем линейных алгебраических уравнений				+			
4	Приближение функций по методу наименьших квадратов. Интерполяция функций							
4.1	Приближение функций по методу наименьших квадратов. Интерполяция функций							+
5	Численное интегрирование и дифференцирование							
5.1	Численное интегрирование и дифференцирование					+		+
6	Численное решение задачи Коши							
6.1	Численное решение задачи Коши						+	+

7	Численное решение краевых задач						
7.1	Численное решение краевых задач					+	+
Вес КМ, %:		10	20	10	25	25	10