

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

Направление подготовки/специальность: 09.03.01 Информатика и вычислительная техника

Наименование образовательной программы: Вычислительные машины, комплексы, системы и сети

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная


Рабочая программа дисциплины
МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Обязательная
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.О.12.02
Трудоемкость в зачетных единицах:	1 семестр - 5; 2 семестр - 7; 3 семестр - 4; всего - 16
Часов (всего) по учебному плану:	576 часа
Лекции	1 семестр - 32 часа; 2 семестр - 48 часа; 3 семестр - 32 часа; всего - 112 часов
Практические занятия	1 семестр - 32 часа; 2 семестр - 64 часа; 3 семестр - 32 часа; всего - 128 часа
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	1 семестр - 2 часа; 2 семестр - 2 часа; 3 семестр - 2 часа; всего - 6 часов
Самостоятельная работа	1 семестр - 113,5 часов; 2 семестр - 137,5 часа; 3 семестр - 77,5 часа; всего - 328,5 часа
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Расчетно-графическая работа Контрольная работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	1 семестр - 0,5 часа;
Экзамен	2 семестр - 0,5 часа;
Экзамен	3 семестр - 0,5 часа;
	всего - 1,5 часа

Москва 2024

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:


Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Симушев А.А.
	Идентификатор	R18534a0a-SimushevAA-a428df5f

А.А. Симушев


СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Гольцов А.Г.
	Идентификатор	R64210572-GoltsovAG-cebbd3e8

А.Г. Гольцов

Заведующий выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Вишняков С.В.
	Идентификатор	R35b26072-VishniakovSV-02810d9

С.В. Вишняков

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: изучение основ математического анализа, теории дифференциального и интегрального исчисления

Задачи дисциплины

- изучение терминологии и основных результатов теории пределов;
- изучение терминологии и методов теории дифференциального исчисления функции одной и нескольких действительных переменных;
- приобретение навыков исследования функций и построения графиков;
- изучение терминологии и методов теории интегрального исчисления функции одной и нескольких действительных переменных;
- изучение терминологии и методов теории числовых и функциональных рядов;
- изучение основ векторного анализа;
- изучение терминологии и методов теории функций комплексного переменного и операционного исчисления;
- приобретение навыков применения методов математического анализа для решения 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-1 Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	ИД-1 _{ОПК-1} Демонстрирует знание основ высшей математики, физики, теории информации, электротехники, электроники, основ вычислительной техники и программирования	знать: - терминологию и базовые результаты теории пределов последовательностей и функций; - терминологию и базовые результаты дифференциального исчисления функций нескольких действительных переменных; - терминологию и базовые результаты теории функций комплексного переменного; - признаки сходимости числовых рядов.
ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	ИД-2 _{ОПК-1} Решает стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования	уметь: - анализировать поведение вещественных функций; - вычислять интегралы от функций одной действительной переменной и использовать их в приложениях; - вычислять интегралы от функций нескольких переменных и использовать их в приложениях; - вычислять предел последовательности и функции; - вычислять производную и дифференциал функции и использовать их в приложениях; - вычислять частные производные и дифференциал функции нескольких действительных переменных и использовать их в приложениях; - анализировать поведение числовых и

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		функциональных рядов; - использовать операционное исчисление в приложениях.
ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	ИД-3 _{ОПК-1} Демонстрирует знание основных методов теоретического и экспериментального исследования, применяемых в математике, физике и технических науках	знать: - основные методы интегрального исчисления функций нескольких действительных переменных; - основные методы интегрального исчисления функций одной действительной переменной; - основные методы дифференциального исчисления функций одной действительной переменной.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Вычислительные машины, комплексы, системы и сети (далее – ОПОП), направления подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, 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 16 зачетных единиц, 576 часа.

№ 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 анализ (теория пределов, непрерывность)	54	1	14	-	14	-	-	-	-	-	26	-	<p><u>Подготовка домашнего задания:</u> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения задач по теме «Введение в анализ (теория пределов, непрерывность)». Домашнее задание выдается студентам по изученному материалу в разделе «Введение в анализ (теория пределов, непрерывность)». Студенту необходимо выполнить подобные задания по данной теме.</p> <p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу «Введение в анализ (теория пределов, непрерывность)» и подготовка к контрольным работам.</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материалов по разделу «Введение в анализ (теория пределов, непрерывность)», подготовка к выполнению заданий на практических занятиях.</p> <p><u>Подготовка расчетных заданий:</u> Задание выполняется индивидуально по вариантам. Студенту необходимо решить задачи типового расчета по теме «Введение в анализ (теория пределов, непрерывность)» согласно варианту.</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u></p>
1.1	Введение в анализ (теория пределов, непрерывность)	54		14	-	14	-	-	-	-	-	26	-	

[1], стр. 32-122

														[5], стр. 25-35 [9], стр. 37-51
2	Дифференциальное исчисление функций одной переменной	52	12	-	12	-	-	-	-	-	-	28	-	<p><u>Подготовка домашнего задания:</u> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения задач по теме «Дифференциальное исчисление функций одной переменной». Домашнее задание выдается студентам по изученному материалу в разделе «Дифференциальное исчисление функций одной переменной». Студенту необходимо выполнить подобные задания по данной теме.</p> <p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу «Дифференциальное исчисление функций одной переменной» и подготовка к контрольной работе.</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материалов по разделу «Дифференциальное исчисление функций одной переменной», подготовка к выполнению заданий на практических занятиях.</p> <p><u>Подготовка расчетных заданий:</u> Задание выполняется индивидуально по вариантам. Студенту необходимо решить задачи типового расчета по теме «Дифференциальное исчисление функций одной переменной» согласно варианту.</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 123-189 [5], стр. 51-85 [9], стр. 52-72</p>
2.1	Дифференциальное исчисление функций одной переменной	52	12	-	12	-	-	-	-	-	-	28	-	
3	Исследование функций и построение графиков	38	6	-	6	-	-	-	-	-	-	26	-	<p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу «Исследование функций и построение графиков» и подготовка к контрольной работе.</p>
3.1	Исследование функций и построение графиков	38	6	-	6	-	-	-	-	-	-	26	-	

	графиков													<p><u>Подготовка домашнего задания:</u> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения задач по теме «Исследование функций и построение графиков». Домашнее задание выдается студентам по изученному материалу в разделе «Исследование функций и построение графиков». Студенту необходимо выполнить подобные задания по данной теме.</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материалов по разделу «Исследование функций и построение графиков», подготовка к выполнению заданий на практических занятиях.</p> <p><u>Подготовка расчетных заданий:</u> Задание выполняется индивидуально по вариантам. Студенту необходимо решить задачи типового расчета по теме «Исследование функций и построение графиков» согласно варианту.</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [5], стр. 86-98</p>
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	180.0		32	-	32	-	2	-	-	0.5	80	33.5	
	Итого за семестр	180.0		32	-	32		2		-	0.5		113.5	
4	Интегральное исчисление ФДП (неопределённый и определённый интегралы)	58	2	12	-	20	-	-	-	-	-	26	-	<p><u>Подготовка домашнего задания:</u> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения задач по теме «Интегральное исчисление ФДП (неопределённый и определённый интегралы)». Домашнее задание выдается студентам по изученному материалу в разделе «Интегральное исчисление ФДП (неопределённый и определённый интегралы)». Студенту необходимо выполнить подобные задания по данной теме.</p>
4.1	Интегральное исчисление ФДП (неопределённый и определённый интегралы)	58		12	-	20	-	-	-	-	-	26	-	

													<p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу «Интегральное исчисление ФДП (неопределённый и определённый интегралы)» и подготовка к контрольной работе.</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материалов по разделу «Интегральное исчисление ФДП (неопределённый и определённый интегралы)», подготовка к выполнению заданий на практических занятиях.</p> <p><u>Подготовка расчетных заданий:</u> Задание выполняется индивидуально по вариантам. Студенту необходимо решить задачи типового расчета по теме «Интегральное исчисление ФДП (неопределённый и определённый интегралы)» согласно варианту.</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], стр. 327-359 [5], стр. 115-176 [10], стр. 5-30</p>	
5	Дифференциальное исчисление ФНП	54		12	-	16	-	-	-	-	-	26	-	<p><u>Подготовка домашнего задания:</u> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения задач по теме «Дифференциальное исчисление ФНП». Домашнее задание выдается студентам по изученному материалу в разделе «Дифференциальное исчисление ФНП». Студенту необходимо выполнить подобные задания по данной теме.</p> <p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу «Дифференциальное исчисление ФНП» и подготовка к контрольной работе.</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материалов по разделу</p>
5.1	Дифференциальное исчисление ФНП	54		12	-	16	-	-	-	-	-	26	-	

														«Дифференциальное исчисление ФНП», подготовка к выполнению заданий на практических занятиях. <u>Подготовка расчетных заданий:</u> Задание выполняется индивидуально по вариантам. Студенту необходимо решить задачи типового расчета по теме «Дифференциальное исчисление ФНП» согласно варианту. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [5], стр. 185-229 [8], стр. 36-65
6	Кратные интегралы	51	12	-	13	-	-	-	-	-	-	26	-	<u>Подготовка домашнего задания:</u> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения задач по теме «Кратные интегралы». Домашнее задание выдается студентам по изученному материалу в разделе «Кратные интегралы». Студенту необходимо выполнить подобные задания по данной теме. <u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу «Кратные интегралы» и подготовка к контрольной работе. <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материалов по разделу «Кратные интегралы», подготовка к выполнению заданий на практических занятиях. <u>Подготовка расчетных заданий:</u> Задание выполняется индивидуально по вариантам. Студенту необходимо решить задачи типового расчета по теме «Кратные интегралы» согласно варианту. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [4], стр. 57-92 [5], стр. 236-275 [7], стр. 123–148
6.1	Кратные интегралы	51	12	-	13	-	-	-	-	-	-	26	-	

7	Векторный анализ	53		12	-	15	-	-	-	-	-	26	-	<p><u>Подготовка домашнего задания:</u> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения задач по теме «Векторный анализ». Домашнее задание выдается студентам по изученному материалу в разделе «Векторный анализ». Студенту необходимо выполнить подобные задания по данной теме.</p> <p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу «Векторный анализ» и подготовка к контрольной работе.</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материалов по разделу «Векторный анализ», подготовка к выполнению заданий на практических занятиях.</p> <p><u>Подготовка расчетных заданий:</u> Задание выполняется индивидуально по вариантам. Студенту необходимо решить задачи типового расчета по теме «Векторный анализ» согласно варианту.</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [7], стр. 149–169</p>
7.1	Векторный анализ	53		12	-	15	-	-	-	-	-	26	-	
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	252.0		48	-	64	-	2	-	-	0.5	104	33.5	
	Итого за семестр	252.0		48	-	64		2		-	0.5		137.5	
8	Числовые и функциональные ряды	38	3	11	-	11	-	-	-	-	-	16	-	<p><u>Подготовка домашнего задания:</u> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения задач по теме «Числовые и функциональные ряды». Домашнее задание выдается студентам по изученному материалу в разделе «Числовые и функциональные ряды». Студенту необходимо выполнить подобные задания по данной теме.</p> <p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу «Числовые</p>
8.1	Числовые и функциональные ряды	38		11	-	11	-	-	-	-	-	16	-	

														и функциональные ряды» и подготовка к контрольным работам. <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материалов по разделу «Числовые и функциональные ряды», подготовка к выполнению заданий на практических занятиях. <u>Подготовка расчетных заданий:</u> Задание выполняется индивидуально по вариантам. Студенту необходимо решить задачи типового расчета по теме «Числовые и функциональные ряды» согласно варианту. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], стр. 426–456 [4], стр. 13–56 [6], стр. 47–77, 111–114 [7], стр. 104–122
9	ТФКП	50		16	-	16	-	-	-	-	-	18	-	<u>Подготовка домашнего задания:</u> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения задач по теме «ТФКП». Домашнее задание выдается студентам по изученному материалу в разделе «ТФКП». Студенту необходимо выполнить подобные задания по данной теме. <u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу «ТФКП» и подготовка к контрольной работе. <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материалов по разделу «ТФКП», подготовка к выполнению заданий на практических занятиях. <u>Подготовка расчетных заданий:</u> Задание выполняется индивидуально по вариантам. Студенту необходимо решить задачи типового расчета по теме «ТФКП» согласно варианту. <u>Изучение материалов литературных</u>
9.1	ТФКП	50		16	-	16	-	-	-	-	-	18	-	

													<u>источников:</u> [2], стр. 401–454 [6], стр. 93–105, 125–139, 152–162, [11], стр. 5–35, 55–65
10	Операционное исчисление	20	5	-	5	-	-	-	-	-	10	-	<u>Подготовка домашнего задания:</u> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения задач по теме «Операционное исчисление». Домашнее задание выдается студентам по изученному материалу в разделе «Операционное исчисление». Студенту необходимо выполнить подобные задания по данной теме.
10.1	Операционное исчисление	20	5	-	5	-	-	-	-	-	10	-	<u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материалов по разделу «Операционное исчисление», подготовка к выполнению заданий на практических занятиях. <u>Подготовка расчетных заданий:</u> Задание выполняется индивидуально по вариантам. Студенту необходимо решить задачи типового расчета по теме «Операционное исчисление» согласно варианту. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр. 468–494 [6], стр. 163–184 [11], стр. 46–54, 72–77
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	144.0	32	-	32	-	2	-	-	0.5	44	33.5	
	Итого за семестр	144.0	32	-	32		2		-	0.5		77.5	
	ИТОГО	576.0	-	112	-	128	6	-	-	1.5		328.5	

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – 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 анализ (теория пределов, непрерывность)

1.1. Введение в анализ (теория пределов, непрерывность)

Множества, операции над множествами. Действительные числа. Основные числовые множества. Ограниченные и неограниченные множества. Точные грани числовых множеств. Числовые последовательности. Предел числовой последовательности. Свойства пределов, связанные с неравенствами. Арифметика пределов. Монотонные последовательности. Существование предела монотонной последовательности. Число ϵ . Подпоследовательности, лемма Больцано-Вейерштрасса. Критерий Коши сходимости числовых последовательностей. Понятие функции. Способы задания функции. Два определения предела функции и их эквивалентность. Свойства пределов функций. Односторонние пределы и их связь с пределом функции. Замечательные пределы. Бесконечно малые и бесконечно большие функции. Сравнение порядков бесконечно малых и бесконечно больших функций. Эквивалентные функции. Непрерывность функции в точке. Разрывы 1-го и 2-го рода, устранимые разрывы. Непрерывность слева и справа. Непрерывность суммы, разности, произведения и частного непрерывных функций. Непрерывность суперпозиции непрерывных функций. Непрерывность элементарных функций. Свойства функций, непрерывных на отрезке: ограниченность, достижимость верхней и нижней границ, теорема о нуле непрерывной функции, теорема Больцано-Коши о промежуточных значениях. Монотонные функции. Определение обратной функции. Теорема о непрерывности функции, обратной монотонной непрерывной функции. Понятие о равномерной непрерывности. Теорема Кантора..

2. Дифференциальное исчисление функций одной переменной

2.1. Дифференциальное исчисление функций одной переменной

Определение производной функции в точке. Геометрический смысл производной. Касательная прямая. Производные элементарных функций. Дифференцируемость функции в точке. Определение дифференциала функции. Непрерывность дифференцируемой функции. Арифметические свойства дифференцируемых функций. Производные сложной и обратной функций. Производные высших порядков. Теоремы о среднем для дифференцируемых функций: теоремы Ферма, Ролля, Лагранжа и Коши. Правило Лопиталя раскрытия неопределенностей. Формула Тейлора (с остаточным членом в форме Лагранжа и в форме Пеано). Формула Тейлора для основных элементарных функций..

3. Исследование функций и построение графиков

3.1. Исследование функций и построение графиков

Признак монотонности функции. Локальный экстремум функции. Необходимое условие локального экстремума. Достаточные условия локального экстремума. Выпуклость графика функции. Достаточное условие строгой выпуклости. Точка перегиба. Необходимое условие для точки перегиба. Достаточное условие для точки перегиба. Асимптоты графика функции. Схема исследования функции и построения её графика..

4. Интегральное исчисление ФДП (неопределённый и определённый интегралы)

4.1. Интегральное исчисление ФДП (неопределённый и определённый интегралы)

Первообразная. Свойства первообразных. Определение неопределенного интеграла. Свойства неопределенного интеграла. Таблица интегралов. Замена переменной в неопределенном интеграле. Интегрирование по частям в неопределенном интеграле.

Интегральная сумма. Определение определенного интеграла. Необходимое условие интегрируемости. Интегрируемость непрерывной функции. Свойства определённого интеграла. Теорема о среднем. Интеграл с переменным верхним пределом. Непрерывность и дифференцируемость интеграла с переменным верхним пределом. Формула Ньютона-Лейбница. Замена переменной в определенном интеграле. Интегрирование по частям в определенном интеграле. Определение площади плоского множества. Площадь криволинейной трапеции. Определение длины кривой. Длина кривой, заданной параметрически. Несобственные интегралы и их сходимость. Критерий Коши сходимости несобственных интегралов. Признаки сравнения для несобственных интегралов от неотрицательных функций. Абсолютная и условная сходимость несобственных интегралов..

5. Дифференциальное исчисление ФНП

5.1. Дифференциальное исчисление ФНП

Множества в n -мерном пространстве. Последовательность точек в n -мерном пространстве и её сходимость. Определение функции нескольких переменных. Предел функции нескольких переменных. Свойства пределов. Непрерывность функции нескольких переменных в точке. Свойства непрерывных функций. Непрерывность сложной функции. Определение частной производной. Дифференцируемость функции нескольких переменных в точке. Необходимое условие и достаточное условие дифференцируемости функции. Касательная плоскость и нормаль к поверхности. Дифференцируемость сложной функции. Определение частных производных высших порядков. Теорема Шварца о равенстве смешанных производных. Дифференциалы высших порядков. Формула Тейлора. Локальные экстремумы функции нескольких переменных. Необходимое условие локального экстремума. Достаточное условие наличия (отсутствия) локального экстремума..

6. Кратные интегралы

6.1. Кратные интегралы

Двойные и тройные интегралы; их свойства. Сведение кратных интегралов к повторному интегралу. Отображение областей. Матрица Якоби и якобиан. Замена переменных в кратном интеграле. Полярная, цилиндрическая и сферическая системы координат..

7. Векторный анализ

7.1. Векторный анализ

Криволинейные интегралы 1-го и 2-го рода; их свойства. Сведение криволинейных интегралов к определённым интегралам. Формула Грина. Площадь поверхности. Поверхностный интеграл и его свойства. Сведение поверхностного интеграла к двойному интегралу. Определение скалярного поля. Градиент скалярного поля и производная скалярного поля по направлению. Определение векторного поля. Поток векторного поля через поверхность и его свойства. Дивергенция. Теорема Остроградского-Гаусса. Ротор векторного поля. Циркуляция векторного поля. Теорема Стокса. Потенциальное поле..

8. Числовые и функциональные ряды

8.1. Числовые и функциональные ряды

Числовой ряд, его сумма. Необходимый признак сходимости. Признаки сравнения рядов с положительными членами. Признаки сходимости Даламбера, Коши и интегральный признак сходимости. Знакопередающиеся ряды. Теорема Лейбница. Знакопеременные ряды. Абсолютная и условная сходимости. Функциональный ряд, область сходимости.

Равномерная сходимость. Признак Вейерштрасса. Свойства равномерно сходящихся рядов. Степенной ряд. Теорема Абеля. Радиус сходимости степенного ряда. Формула Коши-Адамара. Свойства степенных рядов. Ряд Тейлора. Критерий сходимости ряда Тейлора. Достаточное условие разложения функции в ряд Тейлора. Разложение элементарных функций в ряд Тейлора. Ряды Фурье по тригонометрической системе функций. Теорема о сходимости ряда Фурье..

9. ТФКП

9.1. ТФКП

Комплексная плоскость. Функции комплексного переменного, непрерывность и дифференцируемость. Условия Коши-Римана. Элементарные функции комплексного переменного. Интеграл от функции комплексного переменного. Интегральная теорема Коши. Интегральная формула Коши. Высшие производные. Ряды функций комплексного переменного. Степенные ряды, формула Коши-Адамара. Разложение аналитической функции в ряд Тейлора. Ряды Лорана. Изолированные особые точки. Классификация особых точек. Вычеты, теорема Коши о вычетах. Вычисление интегралов с помощью вычетов..

10. Операционное исчисление

10.1. Операционное исчисление

Преобразование Лапласа и его свойства. Операционный метод решения задачи Коши для линейных неоднородных уравнений с постоянными коэффициентами..

3.3. Темы практических занятий

1. Вычисление интегралов с помощью вычетов;
2. Функции нескольких переменных: область определения, предел, непрерывность;
3. Преобразование Лапласа и его свойства. Операционный метод решения задачи Коши для линейных дифференциальных уравнений;
4. Абсолютная и условная сходимости несобственных интегралов;
5. Интеграл от функции комплексного переменного. Интегральная формула Коши;
6. Интегрирование тригонометрических функций;
7. Интегрирование рациональных функций (дробей);
8. Простейшие интегралы, содержащие квадратный трёхчлен;
9. Неопределённый интеграл. Формула (метод) интегрирования по частям;
10. Неопределённый интеграл. Методы интегрирования функций: непосредственное интегрирование, замена переменной;
11. Построение графиков функций;
12. Локальный экстремум функции. Возрастание и убывание функции. Направление выпуклости. Точки перегиба;
13. Правило Лопиталя;
14. Геометрический смысл производной. Уравнение касательной и нормали к графику функции. Формула Тейлора;
15. Интегрирование иррациональных функций;
16. Логарифмическое дифференцирование. Дифференциал (1-го порядка) функции. Производные высших порядков;
17. Непрерывность функции в точке. Классификация точек разрыва;
18. Сравнение бесконечно малых функций. Вычисление пределов функций с помощью эквивалентных бесконечно малых функций;
19. Вычисление пределов функций с помощью замечательных пределов;
20. Частичные пределы последовательности. Предел функции;

21. Определение предела числовой последовательности. Бесконечно малые и бесконечно большие последовательности. Вычисление предела числовой последовательности;
22. Точная верхняя и точная нижняя грани множества. Числовая последовательность;
23. Частные производные. Дифференцируемость функций нескольких переменных. Дифференциал и его связь с приращением функции;
24. Уравнение касательной плоскости и нормали к поверхности;
25. Несобственные интегралы от неотрицательных функций;
26. Производная функции. Вычисление производных;
27. Определённый интеграл. Вычисление площади плоской фигуры;
28. Частные производные и дифференциалы высших порядков;
29. Формула Остроградского–Гаусса;
30. Функции комплексного переменного. Дифференцируемость функций комплексного переменного. Условия Коши–Римана;
31. Ряд Фурье;
32. Действительный ряд Тейлора;
33. Действительный степенной ряд, интервал и радиус сходимости;
34. Функциональный ряд, область сходимости;
35. Действительный числовой ряд, его сумма. Признаки сходимости знакоположительных рядов. Знакопеременные ряды, абсолютная и условная сходимости. Знакопеременный ряд; признак Лейбница;
36. Циркуляция векторного поля. Формула Стокса;
37. Поток векторного поля;
38. Комплексный степенной ряд, круг и радиус сходимости;
39. Дифференцирование сложных и неявных функций;
40. Поверхностные интегралы 1-го рода и их приложения;
41. Криволинейные интегралы 1-го и 2-го рода. Их приложения;
42. Приложения тройных интегралов: вычисления объёмов, масс;
43. Замена переменных в тройном интеграле. Цилиндрические и сферические координаты;
44. Тройные интегралы и их вычисление путём повторного интегрирования;
45. Замена переменных в двойном интеграле; полярные координаты. Вычисление площади плоской фигуры;
46. Двойные интегралы и их вычисление путём повторного интегрирования;
47. Экстремум функции нескольких переменных;
48. Формула Тейлора;
49. Скалярное и векторное поле. Градиент, производная по направлению, дивергенция, ротор;
50. Ряды Тейлора и Лорана. Изолированные особые точки и их классификация;
51. Вычисление длины дуги;
52. Множества. Операции над множествами.

3.4. Темы лабораторных работ не предусмотрено

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов раздела «Введение в анализ \mathbb{R}^n (теория пределов, непрерывность)».

2. Обсуждение материалов раздела «Дифференциальное исчисление функций одной переменной».
3. Обсуждение материалов раздела «Исследование функций и построение графиков».
4. Обсуждение материалов раздела «Интегральное исчисление ФДП $\int_{SEP}^{\{\}} (неопределённый и \int_{SEP}^{\{\}} определённый интегралы)».$
5. Обсуждение материалов раздела «Дифференциальное $\int_{SEP}^{\{\}}$ исчисление ФНП».
6. Обсуждение материалов раздела «Кратные интегралы».
7. Обсуждение материалов раздела «Векторный анализ».
8. Обсуждение материалов раздела «Числовые и функциональные ряды».
9. Обсуждение материалов раздела «ТФКП».
10. Обсуждение материалов раздела «Операционное $\int_{SEP}^{\{\}}$ исчисление».

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	8	9	10		
Знать:													
признаки сходимости числовых рядов	ИД-1 _{ОПК-1}									+			Расчетно-графическая работа/Ряды Контрольная работа/Числовые ряды
терминологию и базовые результаты теории функций комплексного переменного	ИД-1 _{ОПК-1}										+		Контрольная работа/Основы теории функций комплексного переменного Расчетно-графическая работа/Функции комплексного переменного и операционное исчисление
терминологию и базовые результаты дифференциального исчисления функций нескольких действительных переменных	ИД-1 _{ОПК-1}					+							Расчетно-графическая работа/Функции нескольких переменных и приложения
терминологию и базовые результаты теории пределов последовательностей и функций	ИД-1 _{ОПК-1}	+											Расчетно-графическая работа/Предел последовательности Контрольная работа/Предел последовательности и функции
основные методы дифференциального исчисления функций одной действительной переменной	ИД-3 _{ОПК-1}		+										Расчетно-графическая работа/Графики функций Контрольная работа/Дифференцирование функций одной переменной Расчетно-графическая работа/Дифференцирование функций одной переменной и приложения
основные методы интегрального исчисления функций одной	ИД-3 _{ОПК-1}				+								Контрольная работа/Неопределённый интеграл

действительной переменной												Контрольная работа/Определённый интеграл Расчетно-графическая работа/Определённый интеграл и его приложения
основные методы интегрального исчисления функций нескольких действительных переменных	ИД-3 _{ОПК-1}						+	+				Расчетно-графическая работа/Кратные интегралы и векторный анализ Контрольная работа/Кратные интегралы и элементы векторного анализа
Уметь:												
использовать операционное исчисление в приложениях	ИД-2 _{ОПК-1}										+	Расчетно-графическая работа/Функции комплексного переменного и операционное исчисление
анализировать поведение числовых и функциональных рядов	ИД-2 _{ОПК-1}									+		Расчетно-графическая работа/Ряды Контрольная работа/Функциональные ряды
вычислять частные производные и дифференциал функции нескольких действительных переменных и использовать их в приложениях	ИД-2 _{ОПК-1}						+					Контрольная работа/Функции нескольких переменных Расчетно-графическая работа/Функции нескольких переменных и приложения
вычислять производную и дифференциал функции и использовать их в приложениях	ИД-2 _{ОПК-1}			+								Контрольная работа/Дифференцирование функций одной переменной Расчетно-графическая работа/Дифференцирование функций одной переменной и приложения
вычислять предел последовательности и функции	ИД-2 _{ОПК-1}		+									Расчетно-графическая работа/Предел последовательности Контрольная работа/Предел

												последовательности и функции
вычислять интегралы от функций нескольких переменных и использовать их в приложениях	ИД-2ОПК-1						+	+				Контрольная работа/Кратные интегралы и элементы векторного анализа
вычислять интегралы от функций одной действительной переменной и использовать их в приложениях	ИД-2ОПК-1				+							Контрольная работа/Неопределённый интеграл Контрольная работа/Определённый интеграл Расчетно-графическая работа/Определённый интеграл и его приложения
анализировать поведение вещественных функций	ИД-2ОПК-1			+								Расчетно-графическая работа/Графики функций

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

4.1. Текущий контроль успеваемости

1 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Дифференцирование функций одной переменной (Контрольная работа)
2. Предел последовательности и функции (Контрольная работа)

Форма реализации: Проверка задания

1. Графики функций (Расчетно-графическая работа)
2. Дифференцирование функций одной переменной и приложения (Расчетно-графическая работа)
3. Предел последовательности (Расчетно-графическая работа)

2 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Кратные интегралы и элементы векторного анализа (Контрольная работа)
2. Неопределённый интеграл (Контрольная работа)
3. Определённый интеграл (Контрольная работа)
4. Функции нескольких переменных (Контрольная работа)

Форма реализации: Проверка задания

1. Кратные интегралы и векторный анализ (Расчетно-графическая работа)
2. Определённый интеграл и его приложения (Расчетно-графическая работа)
3. Функции нескольких переменных и приложения (Расчетно-графическая работа)

3 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Основы теории функций комплексного переменного (Контрольная работа)
2. Функциональные ряды (Контрольная работа)
3. Числовые ряды (Контрольная работа)

Форма реализации: Проверка задания

1. Ряды (Расчетно-графическая работа)
2. Функции комплексного переменного и операционное исчисление (Расчетно-графическая работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №1)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих

Экзамен (Семестр №2)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих

Экзамен (Семестр №3)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих.

В диплом выставляется оценка за 3 семестр.

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

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Бугров, Я. С. Дифференциальное и интегральное исчисление : Учебник для инженерно-технических специальностей вузов / Я. С. Бугров, С. М. Никольский . – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Наука, 1984 . – 432 с. – (Высшая математика) .;
2. Бугров, Я. С. Дифференциальные уравнения. Кратные интегралы. Ряды. Функции комплексного переменного : Учебник для инженерно - технических специальностей вузов / Я. С. Бугров, С. М. Никольский . – М. : Наука, 1981 . – 448 с. – (Высшая математика) .;
3. В. А. Ильин, Э. Г. Позняк- "Основы математического анализа" 1, (7-е изд., стер.), Издательство: "Физматлит", Москва, 2009 - (647 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=76686>;
4. В. А. Ильин, Э. Г. Позняк- "Основы математического анализа" 2, (5-е изд.), Издательство: "Физматлит", Москва, 2009 - (464 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=83225>;
5. Сборник задач по математике для втузов: В 4 ч. Ч.2 / Ред. А. В. Ефимов, А. С. Поспелов . – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Физматлит, 2001 . – 432 с. - ISBN 5-940520-35-9 .;
6. Сборник задач по математике для втузов: В 4 ч. Ч.3 / Ред. А. В. Ефимов, А. С. Поспелов . – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Физматлит, 2002 . – 576 с. - ISBN 5-940520-36-7 .;
7. Кузнецов, Л. А. Сборник заданий по высшей математике. Типовые расчеты : учебное пособие для вузов по направлениям подготовки и специальностям в области естественных наук и математики, техники и технологий, образования и педагогики / Л. А. Кузнецов . – 11-е изд., стер. – СПб. : Лань-Пресс, 2008 . – 240 с. – (Учебники для вузов. Специальная литература) . - ISBN 978-5-8114-0574-9 .;
8. Методические указания к практическим занятиям по математическому анализу. Функции нескольких переменных : методическое пособие по курсам "Математический анализ", "Математический анализ - 2" по направлениям "Приборостроение", "Управление в технических системах" и др. / О. Н. Булычева, Н. У. Игнатьева, А. А. Симушев, М. Ф. Черепова, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2014 . – 68 с.;
9. Математический анализ. Пределы и дифференцирование : учебное пособие по курсу "Математический анализ" по направлениям "Приборостроение", "Управление в технических системах", "Информатика и вычислительная техника", "Прикладная математика и информатика" / Н. У. Игнатьева, М. Ф. Черепова, А. А. Симушев, А. М. Бирюков, И. А. Боровиков, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – М. : Изд-во МЭИ, 2018 . – 74 с. - ISBN 978-5-7046-1911-6 .
<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=10078>;
10. Математический анализ. Интегралы : задачник по курсу "Математический анализ" по направлениям "Приборостроение", "Управление в технических системах", "Информатика и вычислительная техника", "Прикладная математика и информатика" / Н. У. Игнатьева, М. Ф. Черепова, А. А. Симушев, А. М. Бирюков, О. Н. Булычева, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – М. : Изд-во МЭИ, 2019 . – 32 с. - ISBN 978-5-7046-2188-1 .
<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=10877>;

11. Игнатъева, Н. У. Методические указания к практическим занятиям по комплексному анализу и операционному исчислению : методическое пособие по курсам "Комплексный анализ", "Математический анализ" по направлениям "Приборостроение", "Управление в технических системах"и др. / Н. У. Игнатъева, М. Ф. Черепова, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2013 . – 80 с.
<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=5633>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др).

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

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
3. 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-202, Лекционная учебная аудитория	парта со скамьей, стул, трибуна, доска меловая, экран, колонки
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	Ж-413, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
	Д-416, Учебная аудитория	тумба, доска меловая, мультимедийный проектор, экран
	Д-406, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
	Д-415, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	М-808, Учебная аудитория	стол учебный, стул, доска меловая
	Н-203, Лекционная учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, трибуна, мультимедийный проектор
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	Г-307, Учебная аудитория	стол преподавателя, стол, стул, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный, кондиционер
	Г-308, Компьютерный класс для лекционных	стол преподавателя, стол, стул, доска меловая, мультимедийный проектор,

	и практических занятий	экран, компьютер персональный
	Г-306, Учебная аудитория	кресло рабочее, стол преподавателя, стул, стол письменный, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-201, 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-710а, Учебная аудитория каф. МКМ	стол, стул, доска меловая
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	М-301/1, Кладовая	стул

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Математический анализ

(название дисциплины)

1 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Предел последовательности (Расчетно-графическая работа)
- КМ-2 Предел последовательности и функции (Контрольная работа)
- КМ-3 Дифференцирование функций одной переменной (Контрольная работа)
- КМ-4 Дифференцирование функций одной переменной и приложения (Расчетно-графическая работа)
- КМ-5 Графики функций (Расчетно-графическая работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	4	8	12	15	16
1	Введение в анализ (теория пределов, непрерывность)						
1.1	Введение в анализ (теория пределов, непрерывность)		+	+			
2	Дифференциальное исчисление функций одной переменной						
2.1	Дифференциальное исчисление функций одной переменной				+	+	+
3	Исследование функций и построение графиков						
3.1	Исследование функций и построение графиков						+
Вес КМ, %:			1	45	52	1	1

2 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-6 Неопределённый интеграл (Контрольная работа)
- КМ-7 Определённый интеграл (Контрольная работа)
- КМ-8 Определённый интеграл и его приложения (Расчетно-графическая работа)
- КМ-9 Функции нескольких переменных (Контрольная работа)
- КМ-10 Функции нескольких переменных и приложения (Расчетно-графическая работа)
- КМ-11 Кратные интегралы и элементы векторного анализа (Контрольная работа)
- КМ-12 Кратные интегралы и векторный анализ (Расчетно-графическая работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-6	КМ-7	КМ-8	КМ-9	КМ-10	КМ-11	КМ-12
		Неделя КМ:	4	8	10	12	13	15	16
1	Интегральное исчисление ФДП (неопределённый и определённый интегралы)								
1.1	Интегральное исчисление ФДП (неопределённый и определённый интегралы)		+	+	+				
2	Дифференциальное исчисление ФНП								
2.1	Дифференциальное исчисление ФНП					+	+		
3	Кратные интегралы								
3.1	Кратные интегралы							+	+
4	Векторный анализ								
4.1	Векторный анализ							+	+
Вес КМ, %:			15	20	1	27	1	35	1

3 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-13 Числовые ряды (Контрольная работа)
- КМ-14 Функциональные ряды (Контрольная работа)
- КМ-15 Ряды (Расчетно-графическая работа)
- КМ-16 Основы теории функций комплексного переменного (Контрольная работа)
- КМ-17 Функции комплексного переменного и операционное исчисление (Расчетно-графическая работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-13	КМ-14	КМ-15	КМ-16	КМ-17
		Неделя КМ:	4	8	11	12	16
1	Числовые и функциональные ряды						
1.1	Числовые и функциональные ряды		+	+	+		
2	ТФКП						

2.1	ТФКП				+	+
3	Операционное исчисление					
3.1	Операционное исчисление					+
Вес КМ, %:		20	29	1	25	25