

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

Направление подготовки/специальность: 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии

Наименование образовательной программы: Информационные технологии и системы искусственного интеллекта

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
Трудоемкость в зачетных единицах:	1 семестр - 7; 2 семестр - 6; 3 семестр - 7; всего - 20
Часов (всего) по учебному плану:	720 часов
Лекции	1 семестр - 64 часа; 2 семестр - 48 часа; 3 семестр - 64 часа; всего - 176 часа
Практические занятия	1 семестр - 64 часа; 2 семестр - 48 часа; 3 семестр - 64 часа; всего - 176 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 - 121,5 часа; 2 семестр - 117,5 часов; 3 семестр - 121,5 часа; всего - 360,5 часа
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Контрольная работа Расчетно-графическая работа Коллоквиум	
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 2026

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Черепова М.Ф.
	Идентификатор	R9267877e-CherepovaMF-dbb9bf1

М.Ф. Черепова

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Чернецов А.М.
	Идентификатор	R594826f-ChernetsovAM-0080e09

А.М. Чернецов

Заведующий выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Варшавский П.Р.
	Идентификатор	R9a563c96-VarshavskyPR-efb4bbd

П.Р.
Варшавский

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: состоит в изучении 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;
- 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 фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ИД-1 _{ОПК-1} Демонстрирует знание терминологии, основных результатов и методов базовых дисциплин в области математических наук	знать: - терминологию и базовые результаты векторного анализа; - признаки сходимости числовых рядов; - терминологию и методы дифференциального исчисления функций нескольких действительных переменных; - признаки сходимости несобственных интегралов; - терминологию и основные результаты теории пределов. уметь: - вычислять предел функции; - вычислять предел последовательности; - исследовать на сходимость функциональные ряды и несобственные интегралы, зависящие от параметра; - исследовать числовые ряды на сходимость; - анализировать поведение несобственных интегралов.
ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ИД-2 _{ОПК-1} Использует базовые знания и методы математических наук для решения прикладных задач	знать: - методы интегрального исчисления функций нескольких действительных переменных; - основные методы интегрирования функций одной действительной переменной; - правила дифференцирования функций одной действительной переменной и приложения производной.

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		<p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - вычислять производную и дифференциал функции и использовать их в приложениях; - анализировать поведение вещественных функций; - использовать определенные интегралы в приложениях; - вычислять частные производные и дифференциал функции нескольких действительных переменных и использовать их в приложениях; - вычислять интегралы от функций нескольких действительных переменных и использовать их в приложениях; - использовать методы векторного анализа в приложениях; - вычислять интегралы от функций одной действительной переменной.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Информационные технологии и системы искусственного интеллекта (далее – ОПОП), направления подготовки 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии, 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 20 зачетных единиц, 720 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 анализ (теория пределов, непрерывность)	109	1	30	-	35	-	-	-	-	-	44	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Изучение теоретического материала по разделу "Введение в анализ (теория пределов, непрерывность)"</p> <p><u>Подготовка домашнего задания:</u> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения задач по темам раздела "Введение в анализ (теория пределов, непрерывность)". Домашнее задание выдается по изученному в разделе материалу. Студенту необходимо выполнить подобные задания по темам раздела</p> <p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Студенты необходимо повторить теоретический материал и примеры решения задач по темам раздела "Введение в анализ (теория пределов, непрерывность)".</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Введение в анализ (теория пределов, непрерывность)"</p> <p><u>Подготовка расчетных заданий:</u> Задание выполняется индивидуально по вариантам. Студенту необходимо решить задачи типового расчета по теме "Пределы, непрерывность" согласно варианту.</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], с. 87-108, 192-195</p>
1.1	Множества. Числовые последовательности	39		12	-	12	-	-	-	-	-	15	-	
1.2	Предел функции	39		10	-	14	-	-	-	-	-	15	-	
1.3	Непрерывность функции	31		8	-	9	-	-	-	-	-	14	-	

3.1	графиков Исследование функций и построение графиков	29		10	-	9	-	-	-	-	-	10	-	разделе "Исследование функций и построение графиков" материалу. Студенту необходимо выполнить подобные задания по данной теме. <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Исследование функций и построение графиков" <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 <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [5], с. 126, 130, 141-142, 145-146 [12], с. 126, 130, 141-142, 145-146
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	252.0		64	-	64	-	2	-	-	0.5	88	33.5	
	Итого за семестр	252.0		64	-	64	2	-	-	0.5	121.5			
4	Неопределенный интеграл	51	2	2	-	19	-	-	-	-	-	30	-	<u>Подготовка домашнего задания:</u> Домашнее задание выдается студентам по изученному материалу по теме "Неопределенный интеграл". Студенту необходимо выполнить подобные задания по данной теме
4.1	Неопределенный интеграл	51		2	-	19	-	-	-	-	-	30	-	<u>Подготовка к контрольной работе:</u> Студентам необходимо повторить теоретический материал и примеры решения задач по теме "Неопределенный интеграл" <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по теме "Неопределенный интеграл" <u>Подготовка расчетных заданий:</u> Задание выполняется индивидуально по вариантам. Студенту необходимо решить задачи типового расчета по теме "Неопределенный интеграл" согласно варианту <u>Изучение материалов литературных</u>

													<u>источников:</u> [1], с. 492-501 [5], с. 155-158, 161-164 [7], с. 7-18 [12], с. 155-158, 161-164
5	Определенный интеграл	42	16	-	6	-	-	-	-	-	20	-	<u>Подготовка расчетных заданий:</u> Задание выполняется индивидуально по вариантам.
5.1	Определенный интеграл	42	16	-	6	-	-	-	-	-	20	-	Студенту необходимо решить задачи типового расчета по теме "Определенный интеграл" согласно варианту <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по теме "Определенный интеграл" <u>Подготовка к контрольной работе:</u> Студентам необходимо повторить теоретический материал и примеры решения задач по теме "Определенный интеграл" <u>Подготовка домашнего задания:</u> Домашнее задание выдается студентам по изученному материалу по теме "Определенный интеграл". Студенту необходимо выполнить подобные задания по данной теме <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], с. 561-575, 610-615, 638-647 [3], с. 325-330, 341-350 [5], с. 189-190, 193, 208-211 [7], с. 19-26 [11], с. 325-330, 341-350 [12], с. 189-190, 193, 208-211
6	Несобственные интегралы	16	4	-	6	-	-	-	-	-	6	-	<u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по теме "Несобственные интегралы"
6.1	Несобственные интегралы	16	4	-	6	-	-	-	-	-	6	-	<u>Подготовка расчетных заданий:</u> Задание выполняется индивидуально по вариантам. Студенту необходимо решить задачи типового расчета по теме "Несобственные интегралы" согласно варианту <u>Подготовка к контрольной работе:</u>

													Студентам необходимо повторить теоретический материал и примеры решения задач по теме "Несобственные интегралы" <u>Подготовка домашнего задания:</u> Домашнее задание выдается студентам по изученному материалу по теме "Несобственные интегралы". Студенту необходимо выполнить подобные задания по данной теме <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], с. 659-680 [5], с. 201, 203-204 [7], с. 27-30 [12], с. 201, 203-204
7	Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных	71	26	-	17	-	-	-	-	-	28	-	<u>Подготовка домашнего задания:</u> Домашнее задание выдается студентам по изученному материалу в разделе "Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных". Студенту необходимо выполнить подобные задания по данной теме
7.1	Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных	71	26	-	17	-	-	-	-	-	28	-	<u>Подготовка к контрольной работе:</u> Студентам необходимо повторить теоретический материал и примеры решения задач по разделу "Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных" <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных" <u>Подготовка расчетных заданий:</u> Задание выполняется индивидуально по вариантам. Студенту необходимо решить задачи типового расчета по темам раздела "Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных" согласно варианту <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], с. 429-439. 452-466

													[3], с. 446-454, 467-474, 482-499 [5], с. 288, 291, 293, 295, 297, 306-307, 326, 331, 333-335 [8], с. 8-12, 14-17, 24-27, 30-35 [11], с. 446-454, 467-474, 482-499 [12], с. 288, 291, 293, 295, 297, 306-307, 326, 331, 333-335	
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	216.0		48	-	48	-	2	-	-	0.5	84	33.5	
	Итого за семестр	216.0		48	-	48		2		-	0.5		117.5	
8	Числовые и функциональные ряды	79	3	22	-	27	-	-	-	-	-	30	-	<p><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><u>Подготовка домашнего задания:</u> 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> Студентам необходимо повторить теоретический материал и примеры решения задач по разделу "Числовые и функциональные ряды"</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Числовые и функциональные ряды"</p> <p><u>Подготовка расчетных заданий:</u> Задание выполняется индивидуально по вариантам. Студенту необходимо решить задачи типового расчета по темам раздела "Числовые и функциональные ряды" согласно варианту</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], с. 8-26, 73-96 [4], с. 13-35, 40-47 [5], с. 223-227, 229, 231, 232, 236-237, 242-243, 246-248, 254-257, 261, 263, 265</p>
8.1	Числовые ряды	36		10	-	12	-	-	-	-	-	14	-	
8.2	Функциональные ряды	43		12	-	15	-	-	-	-	-	16	-	

													430-432 [13], гл. 8
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5
	Всего за семестр	252.0		64	-	64	-	2	-	-	0.5	88	33.5
	Итого за семестр	252.0		64	-	64	2	-	-	0.5	121.5		
	ИТОГО	720.0	-	176	-	176	6	-	-	1.5	360.5		

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. Множества. Числовые последовательности

Основные понятия теории множеств. Числовые множества. Операции над множествами. Символика математической логики. Действительные числа, свойство полноты действительных чисел. Множества, ограниченные сверху (снизу). Ограниченные и неограниченные множества. Верхняя (нижняя) грань множества. Точная верхняя (нижняя) грань множества. . Существование точных верхней и нижней граней.. Числовая последовательность. Предел последовательности. Геометрическая интерпретация предела. Арифметические свойства сходящихся последовательностей. Единственность предела последовательности. Ограниченность сходящейся последовательности. Пример ограниченной последовательности, не являющейся сходящейся. Предельный переход в неравенствах. Бесконечно малая последовательность, ее свойства. Связь сходящейся последовательности с бесконечно малой последовательностью. Бесконечно большая последовательность, ее связь с бесконечно малой последовательностью. Неограниченность бесконечно большой последовательности. Пример неограниченной последовательности, не являющейся бесконечно большой последовательностью. Предел монотонной последовательности. Бином Ньютона. Число e . Подпоследовательности. Связь сходимости последовательности со сходимостью ее подпоследовательностей. Связь бесконечно большой последовательности с ее подпоследовательностями. Частичные пределы. Теорема Больцано-Вейерштрасса. Верхний и нижний пределы последовательности. Лемма о вложенных отрезках. Критерий Коши сходимости последовательности..

1.2. Предел функции

Понятие функции и способы ее задания. Два определения предела функции в точке и их эквивалентность. Различные виды пределов. Свойства функций, имеющих предел (арифметические свойства, единственность предела, локальная ограниченность, предельный переход в неравенствах).. Замечательные пределы. Односторонние пределы и их связь с пределом функции. Бесконечно малые и бесконечно большие функции. Связь бесконечно малой функции с бесконечно большой функцией. Сравнение порядков бесконечно малых и бесконечно больших функций. Эквивалентные функции. Вычисление пределов с помощью эквивалентных функций. Символы Ландау..

1.3. Непрерывность функции

Непрерывность функции в точке. Непрерывность слева и справа. Непрерывность элементарных функций. Непрерывность суммы, разности, произведения и частного непрерывных функций. Сохранение знака непрерывной функции. Непрерывность суперпозиции непрерывных функций. Односторонняя непрерывность. Разрывы I-го и 2-го рода, устранимые разрывы. Точки разрыва монотонной функции.. Непрерывность функции на интервале и отрезке. Свойства функций, непрерывных на отрезке: ограниченность, достижимость верхней и нижней граней. Равномерная непрерывность. Теорема Кантора. Пример непрерывной на интервале функции, не являющейся равномерно непрерывной на нем. Теорема о промежуточных значениях. Критерий непрерывности монотонной функции. Существование и непрерывность функции, обратной данной монотонной непрерывной функции..

2. Дифференциальное исчисление функции одной переменной

2.1. Дифференциальное исчисление функции одной переменной

Производная функции в точке. Геометрический и физический смысл производной. Непрерывность функции, имеющей производную. Пример непрерывной в точке функции, не являющейся дифференцируемой в этой точке. Правила вычисления производной, связанные с арифметическими действиями над функциями. Уравнение касательной и нормали к кривой. Производная сложной функции. Производная обратной функции. Производные основных элементарных функций. Производная функции, заданной параметрически. Дифференциал и его свойства. Производные и дифференциалы высших порядков и их свойства. Инвариантность формы записи первого дифференциала. Неинвариантность формы записи второго дифференциала. Формула Лейбница. Теоремы о средних значениях (для дифференцируемых функций). Теоремы Ферма, Ролля, Лагранжа, Коши, их Геометрический смысл. Раскрытие неопределенностей по правилу Лопиталя. Формула Тейлора для многочленов. Вывод формулы Тейлора для $n+1$ раз дифференцируемой функции. Остаточный член формулы Тейлора в форме Пеано и в форме Лагранжа. Формула Тейлора для основных элементарных функций. Раскрытие неопределенностей с помощью формулы Тейлора.

3. Исследование функций и построение графиков

3.1. Исследование функций и построение графиков

Критерий монотонности функций. Экстремумы функции, локальные экстремумы. Необходимое условие экстремума. Достаточные условия экстремума. Наибольшее и наименьшее значения непрерывной на отрезке функции. Направление выпуклости функции, точки перегиба и их критерии. Вертикальные асимптоты и наклонные асимптоты. Теорема о существовании наклонной асимптоты. Построение графика функции.

4. Неопределенный интеграл

4.1. Неопределенный интеграл

Понятие первообразной функции, Свойства первообразной. Неопределенный интеграл и его свойства. Таблица интегралов. Интегрирование подстановкой и по частям. Интегрирование рациональных функций. Интегрирование некоторых трансцендентных функций.

5. Определенный интеграл

5.1. Определенный интеграл

Интегральная сумма. Геометрический смысл интегральной суммы. Определенный интеграл. Необходимое условие интегрируемости. Пример ограниченной функции, не являющейся интегрируемой. Верхние и нижние суммы Дарбу. Геометрический смысл сумм Дарбу. Свойства сумм Дарбу. Верхний и нижний интегралы Дарбу. Критерии интегрируемости. Достаточные условия интегрируемости. Свойства определенного интеграла. Теоремы о среднем. Определенный интеграл с переменным верхним пределом. Теоремы о непрерывности и дифференцируемости интеграла по верхнему пределу. Существование первообразной у непрерывной на отрезке функции. Формула Ньютона-Лейбница. Вычисление определенного интеграла посредством замены переменной и посредством интегрирования по частям. Приложения определенного интеграла для решения физических и геометрических задач. Понятие о площади плоской фигуры. Вычисление площади плоских фигур в декартовых и полярных координатах. Вычисление объемов тел. Определение и вычисление длины кривой.

6. Несобственные интегралы

6.1. Несобственные интегралы

Несобственные интегралы с бесконечными пределами. Критерий Коши сходимости несобственных интегралов. Критерий сходимости несобственных интегралов от неотрицательных функций. Теоремы сравнения. Абсолютная и условная сходимость. Сходимость в обычном смысле абсолютно сходящегося несобственного интеграла. Признаки сходимости Дирихле и Абеля. Несобственные интегралы от неограниченных функций. Теоремы сравнения. Абсолютная и условная сходимость. Теорема Ньютона-Лейбница, интегрирование по частям и замена переменных в несобственном интеграле. Интеграл в смысле главного значения по Коши.

7. Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных

7.1. Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных

Множества на плоскости и в пространстве. Расстояние между точками n -мерного евклидова пространства и его свойства. Внутренние и граничные точки множества. Открытые и замкнутые множества. Компактные множества. Область и ее граница. Последовательность точек в n -мерном пространстве. Сходящаяся последовательность. Связь сходимости последовательности точек в n -мерном пространстве со сходимостью последовательностей ее координат. Фундаментальная последовательность точек в n -мерном пространстве. Критерий Коши. Ограниченная последовательность точек в n -мерном пространстве. Теорема Больцано-Вейерштрасса. Предел функции нескольких переменных. Непрерывность в точке и области. Непрерывность суперпозиции непрерывных функций. Ограниченность и достижимость верхней и нижней граней функций, непрерывных на компактах. Теорема о промежуточном значении функции, непрерывной в связной области. Равномерная непрерывность. Теорема Кантора. Частные производные функции нескольких переменных. Дифференцируемость функции нескольких переменных в точке. Необходимое условие дифференцируемости. Пример функции, имеющей частные производные в данной точке, но не являющейся дифференцируемой в этой точке. Достаточное условие дифференцируемости. Геометрический смысл дифференцируемости. Касательная плоскость и нормаль к поверхности. Дифференцируемость сложной функции. Частные производные высших порядков. Независимость частных производных от порядка дифференцирования. Дифференциалы высших порядков. Формула Тейлора и ее применение. Неявные функции. Теорема о существовании, единственности, непрерывности и дифференцируемости неявной функции. Экстремумы функций нескольких переменных. Необходимое условие экстремума. Достаточные условия экстремума. Условный экстремум. Необходимые условия экстремума при наличии уравнений связи (метод множителей Лагранжа). Собственные интегралы, зависящие от параметра. Непрерывность, дифференцирование и интегрирование по параметру.

8. Числовые и функциональные ряды

8.1. Числовые ряды

Понятие числового ряда. Сходимость ряда. Сумма ряда. Критерий Коши сходимости числовых рядов. Арифметические свойства сходящихся рядов. Необходимое условие сходимости ряда. Признаки сравнения рядов с положительными членами. Признаки Коши и Даламбера. Интегральный признак сходимости ряда. Признаки Раабе и Гаусса. Абсолютно и условно сходящиеся ряды. Знакопеременные ряды. Признак Лейбница сходимости знакочередующихся рядов. Признаки Дирихле и Абеля. Поведение «положительной» и «отрицательной» частей ряда в случае абсолютной и условной сходимости. Возможность перестановки членов абсолютно сходящихся рядов.

8.2. Функциональные ряды

Последовательности и ряды функций, область сходимости. Равномерная сходимость. Критерий Коши равномерной сходимости функционального ряда. Необходимое условие равномерной сходимости функционального ряда. Достаточные признаки равномерной сходимости функциональных рядов. Признак Вейерштрасса. Признаки Дирихле и Абеля. Непрерывность предельной функции равномерно сходящейся функциональной последовательности. Непрерывность суммы равномерно сходящегося функционального ряда. Почленное интегрирование и почленное дифференцирование функциональных последовательностей и рядов. Степенные ряды. Теорема Абеля. Радиус сходимости и область сходимости степенного ряда. Формула Коши-Адамара. Свойства суммы степенного ряда. Ряд Тейлора. Условия разложения функции в ряд Тейлора. Основные разложения. Ряды Фурье. Ортогональность системы косинусов и синусов. Формулы Эйлера-Фурье. Убывание коэффициентов Фурье и дифференцируемость функции. Теорема Дирихле. Достаточное условие Дини равномерной сходимости ряда Фурье.

9. Несобственные интегралы, зависящие от параметра

9.1. Несобственные интегралы, зависящие от параметра

Несобственные интегралы, зависящие от параметра. Равномерная сходимость. Признаки Вейерштрасса, Дирихле и Абеля. Непрерывность, дифференцирование и интегрирование по параметру.

10. Кратные, криволинейные и поверхностный интегралы

10.1. Кратные, криволинейные и поверхностный интегралы

Определение двойного интеграла по ограниченной области с кусочно-гладкой границей. Верхние и нижние суммы Дарбу. Критерий интегрируемости Дарбу. Основные свойства двойных интегралов. Теорема о среднем. Вычисление двойного интеграла путем повторного интегрирования (в декартовых координатах). Замена переменных в двойном интеграле. Двойной интеграл в полярных координатах. Тройной интеграл, его простейшие свойства. Вычисление тройного интеграла путем повторного интегрирования (в декартовых координатах). Замена переменных в тройном интеграле. Тройной интеграл в цилиндрических и сферических координатах. Криволинейные интегралы первого рода, их свойства. Вычисление криволинейного интеграла первого рода. Направление на кривой. Криволинейный интеграл второго рода, его свойства и вычисление. Приложения криволинейных интегралов. Формула Грина. Определение площади поверхности, ее выражение с помощью двойного интеграла. Поверхностный интеграл (определение, простейшие свойства, приложения). Вычисление поверхностного интеграла.

11. Векторный анализ

11.1. Векторный анализ

Скалярное поле. Градиент скалярного поля. Производная скалярного поля по направлению. Понятие векторного поля. Работа векторного поля вдоль кривой. Ориентируемые поверхности. Дивергенция векторного поля. Теорема Остроградского-Гаусса. Основные свойства дивергенции. Вихрь (ротатор) векторного поля. Теорема Стокса. Инвариантность основных определений теории векторного поля. Оператор «набла». Выражение операций теории поля с помощью оператора «набла». Потенциальные векторные поля, потенциал векторного поля. Условия потенциальности векторного поля в пространственно-односвязной области. Вычисление потенциала. Работа потенциального поля как приращение потенциала. Полный дифференциал. Условия независимости

криволинейного интеграла от пути интегрирования. Соленоидальное поле. Критерий соленоидальности. Понятие гармонического поля и гармонической функции.

3.3. Темы практических занятий

1. Бесконечно малые, бесконечно большие, ограниченные и неограниченные последовательности;
2. Абсолютная и условная сходимость числовых рядов;
3. Предел последовательности;
4. Потенциальное поле. Формула Ньютона-Лейбница;
5. Числовые ряды. Признаки сходимости рядов с неотрицательными членами;
6. Замена переменных в тройном интеграле;
7. Ротор. Циркуляция. Теорема Стокса;
8. Дифференцирование неявных и сложных функций;
9. Частные производные. Дифференциал;
10. Несобственные интегралы;
11. Равномерная сходимость функциональных рядов;
12. Приложения определенного интеграла;
13. Интегрирование тригонометрических выражений;
14. Скалярное поле. Градиент. Производная поля по направлению;
15. Локальный экстремум функции, промежутки монотонности;
16. Интегрирование рациональных функций;
17. Приложения двойного интеграла;
18. Интегрирование по частям и методом замены переменной;
19. Интегрирование элементарных функций;
20. Касательная плоскость и нормаль к поверхности;
21. Степенные ряды;
22. Приложения тройного интеграла;
23. Формула Остроградского-Гаусса;
24. Ряды Тейлора и их применение;
25. Векторное поле. Векторные линии;
26. Геометрические приложения производной;
27. Криволинейный интеграл 1-го рода и его приложения;
28. Множества и действия с ними;
29. Соленоидальное поле. Дивергенция. Поток вектора через поверхность;
30. Тройной интеграл. Формула редукции;
31. Функции нескольких переменных. Область определения, предел, непрерывность;
32. Экстремумы функций нескольких переменных;
33. Интегрирование иррациональных выражений;
34. Частные производные и дифференциалы высших порядков. Формула Тейлора;
35. Двойной интеграл. Формула редукции;
36. Несобственные интегралы, зависящие от параметра;
37. Ряды Фурье;
38. Построение графиков функций;
39. Направление выпуклости функции. Нахождение асимптот;
40. Верхняя и нижняя грани множества;
41. Вычисление пределов последовательностей;
42. Правило Лопиталя;
43. Формула Тейлора и ее применение;
44. Частичные пределы последовательности;
45. Вычисление пределов функций;
46. Предел функции;
47. Замечательные пределы;

48. Бесконечно малые функции. Сравнение бесконечно малых функций;
49. Эквивалентные бесконечно малые функции;
50. Непрерывность функции в точке. Точки разрыва функции;
51. Производная. Вычисление производных;
52. Дифференциал функции. Приближённое вычисление с помощью дифференциала;
53. Производные и дифференциалы высших порядков;
54. Криволинейный интеграл 2-го рода и его приложения. Формула Грина;
55. Наибольшее и наименьшее значения функций, непрерывных на отрезке;
56. Поверхностный интеграл и его приложения;
57. Определенный интеграл. Формула Ньютона-Лейбница;
58. Замена переменных в двойном интеграле;
59. Функциональные ряды. Область сходимости.

3.4. Темы лабораторных работ не предусмотрено

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по разделу "Введение в анализ (теория пределов, непрерывность)"
2. Обсуждение материалов по разделу "Дифференциальное исчисление функции одной переменной"
3. Обсуждение материалов по разделу "Исследование функций и построение графиков"
4. Обсуждение материалов по разделу "Неопределенный интеграл"
5. Обсуждение материалов по разделу "Определенный интеграл"
6. Обсуждение материалов по разделу "Несобственные интегралы"
7. Обсуждение материалов по разделу "Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных"
8. Обсуждение материалов по разделу "Числовые и функциональные ряды"
9. Обсуждение материалов по разделу "Несобственные интегралы, зависящие от параметра"
10. Обсуждение материалов по разделу "Кратные, криволинейные и поверхностный интегралы"
11. Обсуждение материалов по разделу "Векторный анализ"

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	11		
Знать:														
терминологию и основные результаты теории пределов	ИД-1 _{ОПК-1}	+												Коллоквиум/Пределы и непрерывность
признаки сходимости несобственных интегралов	ИД-1 _{ОПК-1}						+							Контрольная работа/Несобственные интегралы
терминологию и методы дифференциального исчисления функций нескольких действительных переменных	ИД-1 _{ОПК-1}							+						Контрольная работа/Дифференцирование функций нескольких переменных и приложения
признаки сходимости числовых рядов	ИД-1 _{ОПК-1}								+					Контрольная работа/Числовые ряды
терминологию и базовые результаты векторного анализа	ИД-1 _{ОПК-1}											+		Контрольная работа/Векторный анализ
правила дифференцирования функций одной действительной переменной и приложения производной	ИД-2 _{ОПК-1}		+											Контрольная работа/Дифференцирование функций одной переменной и приложения
основные методы интегрирования функций одной действительной переменной	ИД-2 _{ОПК-1}				+									Контрольная работа/Неопределенный интеграл
методы интегрального исчисления функций нескольких действительных переменных	ИД-2 _{ОПК-1}											+		Контрольная работа/Кратные, криволинейные, поверхностный интегралы
Уметь:														
анализировать поведение несобственных интегралов	ИД-1 _{ОПК-1}						+							Расчетно-графическая работа/Интегралы Контрольная работа/Несобственные интегралы
исследовать числовые ряды на сходимость	ИД-1 _{ОПК-1}								+					Расчетно-графическая работа/Ряды

														Контрольная работа/Числовые ряды	
исследовать на сходимость функциональные ряды и несобственные интегралы, зависящие от параметра	ИД-1 _{ОПК-1}												+	+	Расчетно-графическая работа/Ряды Контрольная работа/Функциональные ряды
вычислять предел последовательности	ИД-1 _{ОПК-1}	+													Контрольная работа/Предел последовательности Расчетно-графическая работа/Пределы
вычислять предел функции	ИД-1 _{ОПК-1}	+													Контрольная работа/Предел функции Расчетно-графическая работа/Пределы
вычислять интегралы от функций одной действительной переменной	ИД-2 _{ОПК-1}					+									Расчетно-графическая работа/Интегралы Контрольная работа/Неопределенный интеграл
использовать методы векторного анализа в приложениях	ИД-2 _{ОПК-1}													+	Контрольная работа/Векторный анализ Расчетно-графическая работа/Кратные интегралы и векторный анализ
вычислять интегралы от функций нескольких действительных переменных и использовать их в приложениях	ИД-2 _{ОПК-1}													+	Контрольная работа/Кратные, криволинейные, поверхностный интегралы
вычислять частные производные и дифференциал функции нескольких действительных переменных и использовать их в приложениях	ИД-2 _{ОПК-1}													+	Контрольная работа/Дифференцирование функций нескольких переменных и приложения Расчетно-графическая

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 и приложения (Контрольная работа)
2. Предел последовательности (Контрольная работа)
3. Предел функции (Контрольная работа)

Форма реализации: Проверка задания

1. Дифференцирование и графики (Расчетно-графическая работа)
2. Пределы (Расчетно-графическая работа)

Форма реализации: Смешанная форма

1. Пределы и непрерывность (Коллоквиум)

2 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Дифференцирование функций нескольких переменных и приложения (Контрольная работа)
2. Неопределенный интеграл (Контрольная работа)
3. Несобственные интегралы (Контрольная работа)
4. Определенный интеграл и его приложения (Контрольная работа)

Форма реализации: Проверка задания

1. Интегралы (Расчетно-графическая работа)
2. Функции нескольких переменных (Расчетно-графическая работа)

3 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Векторный анализ (Контрольная работа)
2. Кратные, криволинейные, поверхностный интегралы (Контрольная работа)
3. Функциональные ряды (Контрольная работа)
4. Числовые ряды (Контрольная работа)

Форма реализации: Проверка задания

1. Кратные интегралы и векторный анализ (Расчетно-графическая работа)
2. Ряды (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. Кудрявцев, Л. Д. Курс математического анализа: В 3 т. Т.1 : учебник для бакалавров, для вузов по естественнонаучным и техническим направлениям и специальностям / Л. Д. Кудрявцев, Моск. физико-техн. ин-т (МФТИ). – 6-е изд. – М. : Юрайт, 2012. – 703 с. – (Бакалавр. Базовый курс). – ISBN 978-5-9916-1807-6.;
2. Кудрявцев, Л. Д. Курс математического анализа: В 3 т. Т.2 : учебник для бакалавров, для вузов по естественнонаучным и техническим направлениям и специальностям / Л. Д. Кудрявцев, Моск. физико-техн. ин-т (МФТИ). – 6-е изд. – М. : Юрайт, 2012. – 720 с. – (Бакалавр. Базовый курс). – ISBN 978-5-9916-1893-9.;
3. Ильин, В. А. Основы математического анализа. В 2 ч. Ч.1 : учебник для вузов по физическим специальностям и специальности "Прикладная математика" / В. А. Ильин, Э. Г. Позняк. – 6-е изд., стер. – М. : Физматлит, 2008. – 648 с. – (Курс высшей математики и математической физики ; Вып.1). – ISBN 978-5-922109-02-4.;
4. Ильин, В. А. Основы математического анализа. В 2 ч. Ч.2 : учебник для физических специальностей и специальности "Прикладная математика" / В. А. Ильин, Э. Г. Позняк. – 5-е изд., стер. – М. : Физматлит, 2006. – 464 с. – (Курс высшей математики и математической физики ; Вып.2). – ISBN 5-922105-37-X.;
5. Демидович, Б. П. Сборник задач и упражнений по математическому анализу : учебное пособие для вузов / Б. П. Демидович. – М. : АСТ : Астрель, 2009. – 558 с. – ISBN 978-5-17-010062-0.;
6. 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. Игнатъева, 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://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=10078>;
7. 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. Игнатъева, 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://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=10877>;
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. Игнатъева, А. А. Симушев, М. Ф. Черепова, Нац. исслед. ун-т "МЭИ". – М. : Изд-во МЭИ, 2014. – 68 с.;

9. Кузнецов, Л. А. Сборник заданий по высшей математике. Типовые расчеты : учебное пособие / Л. А. Кузнецов. – 5-е изд., стереотип. – СПб. : Лань-Пресс, 2005. – 240 с. – (Учебники для вузов. Специальная литература). – ISBN 5-8114-0574-X.;
10. 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>;
11. 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>;
12. Демидович Б. П.- "Сборник задач и упражнений по математическому анализу", (23-е изд., стер.), Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2021 - (624 с.)
<https://e.lanbook.com/book/153688>;
13. Кузнецов Л. А.- "Сборник заданий по высшей математике. Типовые расчеты", (13-е изд., стер.), Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2021 - (240 с.)
<https://e.lanbook.com/book/168472>.

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. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
4. 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	М-200, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, компьютер персональный
	М-801, Учебная аудитория	парта, стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	М-806, Учебная аудитория	парта, стул, доска интерактивная, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	М-807, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет
	М-802, Учебная аудитория	парта, стул, доска интерактивная, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная

Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Лекционная аудитория	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	М-714, Преподавательская каф. МКМ	рабочее место сотрудника, стул, шкаф, шкаф для документов, шкаф для одежды, тумба, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, книги, учебники, пособия
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	М-709а, Кладовая кафедры МКМ	стеллаж для хранения инвентаря, стул, шкаф для документов, стол письменный, книги, учебники, пособия, архивные документы, дипломные и курсовые работы студентов

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Математический анализ

(название дисциплины)

1 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Предел последовательности (Контрольная работа)
- КМ-2 Предел функции (Контрольная работа)
- КМ-3 Пределы (Расчетно-графическая работа)
- КМ-4 Пределы и непрерывность (Коллоквиум)
- КМ-5 Дифференцирование функций одной переменной и приложения (Контрольная работа)
- КМ-6 Дифференцирование и графики (Расчетно-графическая работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6
		Неделя КМ:	4	8	12	12	15	16
1	Введение в анализ (теория пределов, непрерывность)							
1.1	Множества. Числовые последовательности		+		+	+		
1.2	Предел функции			+	+	+		
1.3	Непрерывность функции					+		
2	Дифференциальное исчисление функции одной переменной							
2.1	Дифференциальное исчисление функции одной переменной						+	
3	Исследование функций и построение графиков							
3.1	Исследование функций и построение графиков							+
Вес КМ, %:			20	25	1	25	28	1

2 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-7 Неопределенный интеграл (Контрольная работа)
- КМ-8 Определенный интеграл и его приложения (Контрольная работа)
- КМ-9 Несобственные интегралы (Контрольная работа)
- КМ-10 Интегралы (Расчетно-графическая работа)
- КМ-11 Дифференцирование функций нескольких переменных и приложения (Контрольная работа)
- КМ- Функции нескольких переменных (Расчетно-графическая работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-7	КМ-8	КМ-9	КМ-10	КМ-11	КМ-12
		Неделя КМ:	4	8	12	12	15	16
1	Неопределенный интеграл							
1.1	Неопределенный интеграл		+			+		
2	Определенный интеграл							
2.1	Определенный интеграл			+		+		
3	Несобственные интегралы							
3.1	Несобственные интегралы				+	+		
4	Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных							
4.1	Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных						+	+
Вес КМ, %:			20	29	20	1	29	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 Кратные, криволинейные, поверхностный интегралы (Контрольная работа)
- КМ-17 Векторный анализ (Контрольная работа)
- КМ-18 Кратные интегралы и векторный анализ (Расчетно-графическая работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-13	КМ-14	КМ-15	КМ-16	КМ-17	КМ-18
		Неделя КМ:	4	8	12	12	15	16
1	Числовые и функциональные ряды							

1.1	Числовые ряды	+		+			
1.2	Функциональные ряды		+	+			
2	Несобственные интегралы, зависящие от параметра						
2.1	Несобственные интегралы, зависящие от параметра		+	+			
3	Кратные, криволинейные и поверхностный интегралы						
3.1	Кратные, криволинейные и поверхностный интегралы				+		
4	Векторный анализ						
4.1	Векторный анализ					+	+
Вес КМ, %:		20	29	20	1	29	1