

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

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: электрические станции; эксплуатация релейной защиты, автоматики и электрооборудования электростанций; релейная защита и автоматизация энергосистем; электроэнергетические системы и сети; электроснабжение; электроснабжение и кабельные сети; высоковольтная электроэнергетика и электротехника; техника и электрофизика высоких напряжений; менеджмент в электроэнергетике и электротехнике.

Уровень образования: бакалавр

Форма обучения: очная



Рабочая программа дисциплины
МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Блок	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы	обязательная
Индекс дисциплины по учебному плану	Б1.О.11.02
Трудоемкость в зачетных единицах	1 семестр – 4; 2 семестр – 6; всего – 10:
Часов (всего) по учебному плану	360
Лекции	1 семестр – 32 часа ; 2 семестр – 48 часов; всего - 80 часов.
Практические занятия	1 семестр – 32 часа; 2 семестр – 64 часа; всего - 96 часов.
Лабораторные работы	учебным планом не предусмотрены
Консультации по курсовому проекту/ работе: групповые индивидуальные	учебным планом не предусмотрены учебным планом не предусмотрены
Самостоятельная работа	1 семестр – 44 часа; 2 семестр – 68 часа; всего – 112 часов.
включая: РГР	1 семестр – 12 часов; 2 семестр – 18 часов.
Промежуточная аттестация: экзамен	1 семестр – 2,5 часа; 2 семестр – 2,5 часа.
Контроль: экзамен	1 семестр – 33,5 часа; 2 семестр – 33,5 часа.

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

д.ф.-м.н. профессор кафедры
«Естественных наук»
(название кафедры)



(подпись)

Усмонов Н.У.

(расшифровка подписи)

к.ф-м.н. доцент кафедры
«Естественных наук»
(название кафедры)



(подпись)

Самаров И.И.

(расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой ЕН
(название кафедры)



(подпись)

Самаров И.И.

(расшифровка подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является изучение основ интегрального и дифференциального исчисления функций одной и нескольких переменных.

Задачи дисциплины:

1. освоение базовых понятий дифференциального исчисления;
2. освоение базовых понятий интегрального исчисления;
3. освоение математических методов, лежащих в основе решения физических и технических задач;
4. формирование математической базы, необходимой для последующего изучения дисциплин образовательной программы.

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-2. Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	ИД-1опк-2 Применяет математический аппарат аналитической геометрии, линейной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления функции одной переменной	знатъ: – основные понятия и теоремы математического анализа функции одной переменной (основные понятия и теоремы теории предельного перехода, понятия производной и дифференциала, их физический и геометрический смысл, понятия неопределенного и определенного интеграла, основные методы их вычисления, основные теоремы о непрерывных и дифференцируемых функциях). уметь: – раскрывать основные типы неопределенностей при вычислении пределов; – вычислять производные, дифференциалы и решать стандартные задачи с непосредственным применением этих понятий; – находить первообразную, значение определенного интеграла, длины кривых, площади фигур и объемы тел вращения; – проводить полное исследование поведения функции и строить графики.
	ИД-2опк-2 Применяет математический аппарат теории функций нескольких переменных, теории функций комплексного переменного, теории рядов, теории дифференциальных уравнений	знатъ: – основные понятия и теоремы теории числовых и функциональных рядов; – основные понятия и теоремы дифференциального исчисления функций нескольких переменных; – дифференциальные операции в скалярных и векторных полях, а также интегральные характеристики векторных полей; уметь: – вычислять частные производные и дифференциалы, применять аппарат дифференциального исчисления функций нескольких переменных для решения различных типовых задач; – находить суммы ряда и решать вопрос о сходимости рядов; – вычислять кратные интегралы в различных системах координат; – вычислять криволинейные и поверхностные интегралы.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина базируется на уровне среднего общего образования.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при изучении следующих дисциплин: «Физика», «Теория функций комплексной переменной», «Дифференциальные уравнения», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Теоретические основы электротехники», «Теоретическая механика», а также ряда дисциплин профессионального модуля по всем образовательным программам.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 11 зачетных единиц, 396 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины. Форма промежуточной аттестации (по семестрам)	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы							Содержание самостоятельной работы (с указанием № источника по п. 5.1 и страниц в нем)	
				Контактная						СР	Конт- роль	
				Лек	Пр	Лаб	КПР	ИККП	ПА			
1	Пределы и непрерывность функции одной переменной	24	1	8	6	–	–	–	–	10	–	Изучение литературы [2] §§ 3.1- 3.6, 3.9, 3.10, 4.20. [1, 4] IV: № 2.5-2.12, 2.21-2.28, 2.51-2.56, 2.61-2.76, 2.83-2.90, 8.5-8.10, 8.23-8.30, 10.3-10.6, 10.13-10.20. Выполнение типового расчета [5] Раздел I.
2	Дифференциальное исчисление функции одной переменной	44	1	14	12	–	–	–	–	18	–	Изучение литературы [2] §§ 4.1- 4.11, 4.13, 4.14, 4.16- 4.19, 4.22. [1, 4] IV: № 3.3-3.8, 3.13-3.18, 3.41-3.54, 3.59-3.62, 3.67-3.70, 3.79-3.97, 3.103- 3.108, 3.115-3.120, 4.13-4.22, 7.5-7.8, 5.9- 5.12, 5.21-5.24, 6.3-6.8, 9.32, 9.33, 9.41- 9.47, 11.21-11.24. Выполнение типового расчета [5] Раздел II, III.
3	Интегральное исчисление функции одной переменной	40	1	10	14	–	–	–	–	16	–	Изучение литературы [2] §§ 5.1, 5.2, 5.6, 5.7, 6.1- 6.4, 7.1- 7.3, 6.8- 6.11. [1, 4] IV: № 17.27-18.41, 18.51-18.68, 19.5-19.9, 19.23-19.29, 20.1-20.5, 21.1- 21.6, 22.1-24.18, 25.1-25.15. Выполнение типового расчета [5] Раздел IV.

№ п/п	Раздел дисциплины. Форма промежуточной аттестации (по семестрам)	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы							Содержание самостоятельной работы (с указанием № источника по п. 5.1 и страниц в нем)			
				Контактная						СР	Конт- роль			
				Лек	Пр	Лаб	КПР	ИККП	ПА					
	Экзамен	36	1	–	–	–	–	–	2,5	–	33,5	Экзамен проводится в устной форме по билетам согласно программе экзамена		
Итого за семестр				144	1	32	32	–	–	–	2,5	44	33,5	
4	Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных	22	2	14	18	–	–	–	–	25	–	<p><i>Изучение литературы [2]</i> §§ 4.1- 4.11, 4.13, 4.14, 4.16- 4.19, 4.22. [1, 4] IV: № 3.3-3.8, 3.13-3.18, 3.41-3.54, 3.59-3.62, 3.67-3.70, 3.79-3.97, 3.103- 3.108, 3.115-3.120, 4.13-4.22, 7.5-7.8, 5.9- 5.12, 5.21-5.24, 6.3-6.8, 9.32, 9.33, 9.41- 9.47, 11.21-11.24</p>		
5	Кратные, поверхностные, криволинейные интегралы и векторный анализ	86	2	20	26	–	–	–	–	25	–	<p><i>Изучение литературы [3]</i> §§ 2.1-2.4, 2.6-2.10, 2.11, 3.1-3.4, 3.7-3.9, 3.12-3.15. [1, 4] VII: № 1.7-2.4, 2.16-3.5, 3.17-4.4, 4.11-4.13, 5.3-5.6, 6.4-6.7, VIII: № 1.17- 1.24, 2.4-2.12.</p> <p><i>Выполнение типового расчета [5]</i> Раздел VII, VIII.</p>		
6	Последовательности и ряды	72	2	14	20	–	–	–	–	18	–	<p><i>Изучение литературы</i> [3] §§ 2.1-2.6, 9.1-9.7, 9.8-9.15, 4.1-4.4, 4.11-4.14., [1, 4] Гл. IV: № 1.5-1.11, 1.33- 1.43, 1.47, 1.48, VI: № 1.1-1.6, 1.23-1.28, 2.15-2.26, 2.37-2.40, 2.51-3.4, 3.13-3.16, 4.7-4.14, 5.7-5.17, 5.39-5.45, 6.7-6.18</p> <p><i>Выполнение типового расчета [5]</i> Раздел VI.</p>		
	Экзамен	36	2	–	–	–	–	–	2,5	–	33,5	Экзамен проводится в устной форме по билетам согласно программе экзамена		
Итого за семестр				216	2	48	64	–	–	–	2,5	68	33,5	
Итого:				360		80	96	–	–	–	5	112	67	

Примечание: Лек – лекции; Пр – практические занятия; Лаб – лабораторные работы; КПР – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ПА – промежуточная аттестация; СР – самостоятельная работа студента.

3.2. Краткое содержание разделов

1 семестр

1. Пределы и непрерывность функции одной переменной

Множества, операции над ними. Понятие функции. Предел функции в точке. Свойства пределов. Непрерывные функции в точке. Свойства непрерывных функций. Асимптотические разложения. Бесконечно большие функции и их связь с бесконечно малыми. Точки разрыва, их классификация. Асимптоты.

2. Дифференциальное исчисление функции одной переменной

Понятие производной. Уравнение касательной и нормали к кривой. Дифференциал. Производные высших порядков. Возрастание и убывание функции в точке. Локальный экстремум. Теоремы Ролля, Коши и Лагранжа. Правило Лопиталя. Выпуклость функции. Достаточные условия выпуклости функции. Точки перегиба. Полное исследование функции. Формула Тейлора. Параметрически заданные функции. Построение графиков функций.

3. Интегральное исчисление функции одной переменной

Первообразная. Неопределённый интеграл и его свойства. Интегрирование по частям и замена переменной в неопределённом интеграле. Методы интегрирования функций различного типа. Определённый интеграл и его геометрический смысл. Интеграл с переменным верхним пределом. Формула Ньютона-Лейбница. Приложения определённого интеграла: площадь, длина дуги (криволинейный интеграл первого рода), объём тела вращения и другие. Несобственный интеграл с бесконечным пределом. Абсолютная и условная сходимость. Теоремы сравнения.

2 семестр

4. Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных

Функции нескольких переменных. Предел, непрерывность. Дифференцируемость функции нескольких переменных. Производная по направлению, градиент. Существование и дифференцируемость неявной функции. Касательная плоскость и нормаль к поверхности. Частные производные и дифференциалы высших порядков. Формула Тейлора для функции нескольких переменных. Локальный экстремум функции нескольких переменных. Наибольшее и наименьшее значение функции нескольких переменных на замкнутом ограниченном множестве. Условный экстремум. Метод множителей Лагранжа.

5. Кратные, поверхностные, криволинейные интегралы и векторный анализ

Кратные (двойные и тройные) интегралы. Вычисление площадей, объемов, приложения кратных интегралов в механике. Двойной интеграл в полярных координатах. Тройной интеграл в цилиндрических и сферических координатах. Площадь поверхности. Поток векторного поля через поверхность, его физический смысл. Формула Остроградского–Гаусса. Дивергенция векторного поля, ее физический смысл. Криволинейный интеграл второго рода. Свойства. Формула Грина. Циркуляция. Формула Стокса. Ротор векторного поля и его физический смысл. Потенциальное поле, условия потенциальности. Интеграл в потенциальном поле.

6. Последовательности и ряды

Числовая последовательность и ее предел. Свойства числовых последовательностей.

Ряды с положительными членами. Признаки сравнения. Признаки: Даламбера, Коши; интегральный признак Коши. Знакопеременные и знакочередующиеся ряды. Абсолютная и условная сходимость. Теорема Лейбница. Функциональные ряды. Область сходимости. Равномерная сходимость. Признак Вейерштрасса. Степенные ряды. Теорема Абеля. Ряд Тейлора. Разложение элементарных функций в степенной ряд. Ряды Фурье. Тригонометрический ряд Фурье. Условия сходимости и свойства суммы.

3.3. Темы практических занятий

1 семестр

1. Множества и операции над ними. Понятие функции. Элементарные функции и их графики. Предел функции в точке. Простейшие приемы вычисления (2 часа).
2. Бесконечно малые функции и их свойства. Асимптотические разложения. Вычисление пределов (2 часа).
3. Асимптоты графика функции. Точки разрыва (2 часа).
4. Дифференцирование функций. Касательная и нормаль к кривой. Дифференцирование сложной функции (4 часа).
5. Производные высших порядков. Дифференциал функции (2 часа).
6. Формула Тейлора. Исследование функций с помощью производных высших порядков (2 часа).
7. Исследование функций с помощью производной и построение эскиза графика (2 часа).
8. Исследование кривых, заданных параметрическими уравнениями и уравнениями в полярных координатах (2 часа).
9. Простейшие приёмы интегрирования. Интегрирование по частям. Замена переменной в неопределённом интеграле (2 часа).
10. Определённый интеграл. Замена переменных. Интегрирование по частям (2 часа).
11. Интегрирование рациональных функций (2 часа).
12. Интегрирование тригонометрических выражений (2 часа).
13. Интегрирование иррациональностей (2 часа).
14. Вычисление площадей плоских фигур. Вычисление длин дуг (2 часа).
15. Несобственные интегралы с бесконечными пределами. Несобственные интегралы от неограниченных функций (2 часа).

2 семестр

1. Функции нескольких переменных: предел, непрерывность (4 часа).
2. Частные производные. Дифференцируемость, полный дифференциал (2 часа).
3. Дифференцирование сложной функции. Производные неявных функций (4 часа).
4. Касательная плоскость и нормаль к поверхности (2 часа).
5. Формула Тейлора. Экстремум функции двух переменных (4 часа).
6. Условный экстремум. Метод Лагранжа (2 часа).
7. Двойной интеграл в декартовых и в полярных координатах (4 часа).
8. Тройной интеграл в декартовых, цилиндрических и в сферических координатах (4 часа).
9. Приложения кратных интегралов (2 часа).
10. Поверхностные интегралы первого и второго рода (4 часа).
11. Поток векторного поля через незамкнутую и замкнутую поверхность (вычисление по определению и по формуле Остроградского-Гаусса) (2 часа).
12. Криволинейные интегралы первого и второго рода (2 часа).

13. Работа силового поля. Циркуляция векторного поля вдоль замкнутого контура. Теорема Стокса (2 часа).
13. Специальные виды полей (соленоидальное, потенциальное поле) (2 часа).
14. Условие независимости криволинейного интеграла от пути интегрирования (4 часа).
15. Числовые ряды. Необходимое условие сходимости. Сумма ряда (2 часа).
16. Сходимость рядов с положительными членами. Признаки сравнения. Признаки Даламбера, Коши, интегральный (4 часа).
17. Знакопеременные числовые ряды. Теорема Лейбница, оценка остатка ряда (2 часа).
18. Степенной ряд. Область сходимости степенного ряда. Интегрирование и дифференцирование степенного ряда (4 часа).
19. Ряд Тейлора и его приложения (4 часа).
20. Тригонометрический ряд Фурье (4 часа).

3.4. Темы лабораторных работ

Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены.

3.5. РГР

Тип РГР: расчетное задание.

Тематика расчетных заданий

1 семестр

Пределы. Дифференцирование. Графики. Интегралы.

2 семестр

Кратные интегралы. Векторный анализ. Ряды.

3.6. Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовые проекты и курсовые работы учебным планом не предусмотрены.

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Номер и наименование результатов образования 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	
Знать: основные понятия и теоремы математического анализа функции одной переменной (основные понятия и теоремы теории предельного перехода, понятия производной и дифференциала, их физический и геометрический смысл, понятия неопределенного и определенного интеграла, основные методы вычисления, основные теоремы о непрерывных и дифференцируемых функциях)	ИД-1 _{ОПК-2}	X	X	X				Тест №1
основные понятия и теоремы дифференциального исчисления функций нескольких переменных	ИД-2 _{ОПК-2}				X			Тест №2
дифференциальные операции в скалярных и векторных полях, а также интегральные характеристики векторных полей	ИД-2 _{ОПК-2}					X		Защита расчетного задания по теме «Векторный анализ»
основные понятия и теоремы теории числовых и функциональных рядов	ИД-2 _{ОПК-2}						X	Тест №3
Уметь: раскрывать основные типы неопределенностей при вычислении пределов	ИД-1 _{ОПК-2}	X						Контрольная работа №1
вычислять производные, дифференциалы и решать стандартные задачи с непосредственным применением этих понятий	ИД-1 _{ОПК-2}		X					Контрольная работа №2
проводить полное исследование поведения функции и строить графики	ИД-1 _{ОПК-2}	X	X					Защита расчетного задания по теме «Графики»
находить первообразную, значение определенного интеграла, длины кривых, площади фигур и объемы тел вращения	ИД-1 _{ОПК-2}			X				Контрольная работа №3
находить суммы ряда и решать вопрос о сходимости рядов	ИД-2 _{ОПК-2}						X	Контрольная работа №4
вычислять частные производные и дифференциалы, применять аппарат дифференциального исчисления функций нескольких переменных для решения различных типовых задач	ИД-2 _{ОПК-2}				X			Контрольная работа №5
вычислять кратные интегралы в различных системах координат	ИД-2 _{ОПК-2}					X		Контрольная работа №6
вычислять криволинейные и поверхностные интегралы.	ИД-2 _{ОПК-2}					X		Контрольная работа №7

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Текущий контроль успеваемости по дисциплине:

1 семестр

- тестирование:
 1. Тест «Теоретические основы мат.анализа-1»
- контрольные работы:
 1. Контрольная работа «Пределы»
 2. Контрольная работа «Дифференцирование»
 3. Контрольная работа «Интегралы»
- выполнение и защита расчетного задания по теме «Графики»;

2 семестр

- тестирование:
 2. Тест «Теоретические основы мат.анализа-2»
 3. Тест «Теория числовых и функциональных рядов»
- контрольные работы:
 4. Контрольная работа «Последовательности и ряды»
 5. Контрольная работа «Функции нескольких переменных»
 6. Контрольная работа «Кратные интегралы»
 7. Контрольная работа «Криволинейные и поверхностные интегралы»
- выполнение и защита расчетного задания по теме «Векторный анализ».

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2. Промежуточная аттестация по дисциплине (части дисциплины):

1 семестр

Экзамен.

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

2 семестр

Экзамен.

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

В приложение к диплому выносится оценка за 2 семестр.

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

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Печатные и электронные издания:

1. Бараненков А.И. Сборник задач и типовых расчётов по высшей математике. Учебное пособие/[Бараненков, А.И., Богомолова. Е.П., Петрушко, И.М.] – СПб.-М.-Краснодар: Лань, 2009. – 240 с. ISBN: 978-5-8114-0930-3.
2. Бугров Я.С. Высшая математика. Дифференциальное и интегральное исчисление/[Бугров, Я.С., Никольский. С.М.] – М.: Дрофа, 2004. –509 с. ISBN: 5-7107-8449-4.
3. Бугров, Я.С. Дифференциальные уравнения. Кратные интегралы. Ряды. Функции комплексного переменного/[Бугров, Я.С., Никольский, С.М.] – М: Дрофа, 2004. – 512 с. ISBN: 5-7107-8450-8.
4. Богомолова Е.П. Сборник задач и типовых расчётов по общему и специальным курсам высшей математики. Учебное пособие/[Богомолова, Е.П., Бараненков, А.И., Петрушко, И.М.]– СПб.: Лань, 2015. – 464 с. ISBN: 978-5-8114-1833-6.
5. Кузнецов Л.А. Сборник заданий по высшей математике (типовые расчеты). –М.: Лань, 2013 – 240 с. ISBN 978-5-8114-0574-9.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение: ОС Windows, Microsoft Office, MathCAD.

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

Университетская информационная система «РОССИЯ» <https://uisrussia.msu.ru>

Справочно-правовая система «Консультант+» <http://www.consultant-urist.ru>

Справочно-правовая система «Гарант» <http://www.garant.ru>

База данных Web of Science <https://apps.webofknowledge.com/>

База данных Scopus <https://www.scopus.com>

Портал открытых данных Российской Федерации <https://data.gov.ru>

База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ <https://rosmintrud.ru/opendata>

База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU [https://elibrary.ru/](https://elibrary.ru)

База данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>

Базы данных Министерства экономического развития РФ <http://www.economy.gov.ru>

База открытых данных Росфинмониторинга <http://www.fedsfm.ru/opendata>

Электронная база данных «Издательство Лань» <https://e.lanbook.com>

Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» <https://нэб.рф>

Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» <https://openedu.ru>

Электронная база данных "Polpred.com Обзор СМИ" <https://www.polpred.com>

Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии <http://protect.gost.ru/>

Электронная библиотека МЭИ <https://ntb.mpei.ru/e-library/index.php>.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для обеспечения освоения дисциплины необходимо наличие учебной аудитории.