

Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Факультет атомной энергетики и технологий  
Кафедра «Физика и естественнонаучные дисциплины»

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
по дисциплине «Математический анализ»

**Специальность**  
«14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг»

**Основная профессиональная образовательная программа**  
«Системы контроля и управления атомных станций»

**Квалификация выпускника**  
Инженер-физик

**Форма обучения**  
Очная

Балаково

## Цель освоения дисциплины

**Цель преподавания дисциплины:** приобретение студентами необходимой математической культуры и знаний для использования их по своей специальности.

**Задачи изучения дисциплины:** в результате изучения курса студент должен уметь решать набор стандартных задач, ориентироваться в математической литературе, относящейся к его специальности, оценивать информацию, планировать и осуществлять свою деятельность с учетом результатов этого анализа.

Дисциплина изучается в соответствии с профессиональным стандартом: «24.078. Специалист-исследователь в области ядерно-энергетических технологий».

## Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплине предшествует общематематическая подготовка в объеме средней общеобразовательной школы или колледжа.

Усвоение данной дисциплины как предшествующей необходимо при изучении следующих дисциплин: обыкновенные дифференциальные уравнения, теория вероятностей и математическая статистика, теория функций комплексного переменного, векторный и тензорный анализ, дифференциальные и интегральные уравнения, уравнения математической физики и др.

Обобщенные трудовые функции, которые сможет полностью или частично продемонстрировать студент при освоении данной дисциплины:

– в соответствии с профессиональным стандартом «24.078. Специалист-исследователь в области ядерно-энергетических технологий»: В/02.7. Обобщение результатов, проводимых научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ с целью выработки предложений по разработке новых и усовершенствованию действующих ядерно-энергетических технологий.

## Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В процессе освоения данной дисциплины у студента формируются следующие компетенции:

общепрофессиональные

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-1	Способен использовать базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	З-ОПК-1 Знать: базовые законы естественнонаучных дисциплин; основные математические законы; основные физические явления, процессы, законы и границы их применимости; сущность основных химических законов и явлений; методы математического моделирования, теоретического и экспериментального исследования У-ОПК-1 Уметь: выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат В-ОПК-1 Владеть: математическим аппаратом для разработки моделей процессов и явлений, решения практических задач профессиональной деятельности; навыками использования основных общезначимых законов и принципов

универсальные

УКЕ-1	Способен использовать знания естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в поставленных задачах	<p>З-УКЕ-1 знать: основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования</p> <p>У-УКЕ-1 уметь: использовать математические методы в технических приложениях, рассчитывать основные числовые характеристики случайных величин, решать основные задачи математической статистики; решать типовые расчетные задачи</p> <p>В-УКЕ-1 владеть: методами математического анализа и моделирования; методами решения задач анализа и расчета характеристик физических систем, основными приемами обработки экспериментальных данных, методами работы с прикладными программными продуктами</p>
-------	--	--

Профессиональные

Задачи профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
Математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований; подготовка данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций.	Ядерные, химические и тепловые процессы, протекающие в ядерных энергетических установках и на атомных станциях.	ПК-2 Способен проводить математическое моделирование для анализа всей совокупности процессов в ядерно-энергетическом и тепломеханическом оборудовании АЭС	<p>З-ПК-2 знать методы математического анализа для моделирования процессов в ядерно-энергетическом и тепломеханическом оборудовании АЭС</p> <p>У-ПК-2 уметь проводить математическое моделирование процессов в ядерно-энергетическом и тепломеханическом оборудовании АЭС</p> <p>В-ПК-2 владеть стандартными пакетами автоматизированного проектирования и исследований</p>

**Задачи воспитания, реализуемые в рамках освоения дисциплины**

Направление/цели	Создание условий, обеспечивающих	Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин	Вовлечение в разноплановую внеучебную деятельность
<b>Профессиональное и трудовое воспитание</b>	- формирование культуры исследовательской и инженерной деятельности <b>(В16)</b>	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования инженерного мышления и инженерной культуры за счёт практических студенческих исследований современных производственных систем; про-	<p>1. Организация научно-практических конференций и встреч с ведущими специалистами предприятий города и ветеранами атомной отрасли.</p> <p>2. Организация и проведение предметных олимпиад и участие в конкурсах профессионального ма-</p>

		ектной деятельности студентов по разработке и оптимизации технологических систем, связанной с решением реальных производственных задач; прохождения через разнообразные игровые, творческие, фестивальные формы, требующие анализа сложного объекта, постановки относительно него преобразовательных задач для их оптимального решения.	стерства. 3. Участие в ежегодных акциях студенческих строительных отрядов
--	--	---	--

### Структура и содержание учебной дисциплины

Дисциплина преподается студентам в 1 и 2 семестрах. Общая трудоемкость дисциплины составляет 12 зачетные единицы, 432 ак. часа.

### Календарный план

№ Р а з д е л а	№ Т е м ы	Наименование раздела (темы) дисциплины	Виды учебной деятельности (в часах)					Аттестация раздела (форма)	Макси- мальный балл за раздел
			Всего	Лекции	Лабораторные	Практические	СРС		
<b>1 раздел</b>									
1	1-2	Введение в математический анализ Вычисление производных функции одной переменной	126	24		24/16	78	КР1 КР2 Кл1	40
<b>2 раздел</b>									
2	3-4	Приложение производных функции одной переменной Функции многих переменных	126	24		24/16	78	ДЗ1 КР3 КР4	30
<b>Вид промежуточной аттестации</b>			<b>252/ 32</b>	<b>48</b>	<b>-</b>	<b>48/32</b>	<b>156</b>	<b>Экзамен</b>	<b>30</b>
<b>3 раздел</b>									
3	5-6	Неопределенные интегралы Определенные интегралы	90	24		24/16	42	ДЗ2 КР5 Кл2	40
<b>4 семестр</b>									
4	7-8	Кратные интегралы Ряды	90	24		24/16	42	ДЗ3 КР6	30

<b>Вид промежуточной аттестации</b>	<b>180/ 32</b>	<b>48</b>	<b>-</b>	<b>48/32</b>	<b>84</b>	<b>Экзамен</b>	<b>30</b>
-------------------------------------	--------------------	-----------	----------	--------------	-----------	----------------	-----------

\* - сокращенное наименование формы контроля

\*\* - сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращенное наименование форм текущего контроля и аттестации разделов:

<b>Обозначение</b>	<b>Полное наименование</b>
ДЗ	Домашнее задание
КР	Контрольная работа
Кл	Коллоквиум
Э	Экзамен

### Содержание лекционного курса

Темы лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3
<b>Раздел 1</b>		
<p><b>Введение в математический анализ</b>  Понятие функции. Основные характеристики функций. Обратная и сложная функции. Основные элементарные функции и их графики.  Понятие комплексных чисел, геометрическое изображение, формы записи комплексных чисел. Действия над комплексными числами.  Числовые последовательности. Предел числовой последовательности. Предел функции в точке. Односторонние пределы. Предел функции при <math>x \rightarrow \infty</math>. Бесконечно большие и бесконечно малые функции. Свойства бесконечно малых функций. Основные теоремы о пределах. Первый и второй замечательный предел. Сравнение бесконечно малых функций. Эквивалентные бесконечно малые, основные теоремы о них.  Непрерывность функции в точке. Непрерывность функции в интервале и на отрезке. Точки разрыва функции, их классификация. Основные теоремы о непрерывных функциях. Непрерывность элементарных функций.</p> <p><b>Вычисление производных функции одной переменной</b>  Определение производной, ее геометрический и механический смысл. Уравнения касательной и нормали к кривой. Связь между непрерывностью и дифференцируемостью функции. Свойства производных. Производная сложной и обратной функций. Производные основных элементарных функций. Гиперболические функции и их производные. Таблица производных. Дифференцирование неявных и параметрически заданных функций. Логарифмическое дифференцирование. Производные высших порядков. Дифференциал функции, геометрический смысл дифференциала функции. Свойства дифференциала функции. Дифференциалы высших порядков.</p>	24	1-4

<p><b>Раздел 2</b>  <b>Приложение производных функции одной переменной</b>  Теоремы о дифференцируемых функциях. Применение дифференциала в приближенных вычислениях. Правило Лопиталю. Критерий монотонности функции. Определения точек локального максимума, минимума, экстремума функции. Необходимое и достаточное условия локального экстремума. Определения выпуклого вверх и выпуклого вниз графика функции, точки перегиба. Критерий выпуклости функции. Необходимое и достаточное условия точки перегиба функции. Асимптоты графика функции. Общая схема исследования функции и построения ее графика.</p> <p><b>Функции многих переменных</b>  Основные понятия. Предел функции многих переменных. Непрерывность функции многих переменных. Частные производные первого порядка, их геометрический смысл. Частные производные высших порядков. Дифференциал функции многих переменных. Применение полного дифференциала к приближенным вычислениям. Дифференциалы высших порядков. Производная сложной функции. Дифференцирование неявной функции. Касательная плоскость и нормаль к поверхности. Определение точек локального максимума, минимума, экстремума функции 2-х переменных. Необходимые и достаточные условия экстремума. Наибольшее и наименьшее значения функции в замкнутой области.</p>	24	1-4
<p><b>Раздел 3</b>  <b>Неопределенные интегралы</b>  Понятие неопределенного интеграла. Свойства неопределенного интеграла. Таблица основных интегралов. Основные методы интегрирования: метод непосредственного интегрирования, метод интегрирования заменой переменной (подстановкой), метод интегрирования по частям. Интегрирование рациональных дробей. Интегрирование тригонометрических функций. Интегрирование иррациональных функций.</p> <p><b>Определенные интегралы</b>  Определение определенного интеграла. Геометрический смысл определенного интеграла. Формула Ньютона-Лейбница. Основные свойства определенного интеграла. Интегрирование определенного интеграла заменой переменной (подстановкой). Интегрирование по частям определенного интеграла. Интегрирование четных и нечетных функций. Несобственные интегралы. Приложение определенного интеграла.</p>	24	1-4
<p><b>Раздел 4</b>  <b>Кратные интегралы</b>  Определение двойного интеграла. Геометрический и физический смысл двойного интеграла. Основные свойства двойного интеграла. Вычисление двойного интеграла в декартовых координатах. Вычис-</p>	24	1-4

<p>ление двойного интеграла в полярных координатах. Приложения двойного интеграла.</p> <p>Определение тройного интеграла. Основные свойства тройного интеграла. Вычисление тройного интеграла в декартовых координатах. Вычисление тройного интеграла в цилиндрических и сферических координатах. Приложения тройного интеграла.</p> <p><b>Ряды</b></p> <p>Числовые ряды. Основные понятия. Ряд геометрической прогрессии. Необходимый признак сходимости числового ряда. Гармонический и обобщенный гармонический ряд. Достаточные признаки сходимости знакоположительных рядов: признаки сравнения, признак Даламбера, радикальный признак Коши, интегральный признак Коши.</p> <p>Знакопередающиеся и знакопеременные ряды. Признак Лейбница. Общий достаточный признак сходимости знакопеременных рядов. Абсолютная и условная сходимости числовых рядов. Свойства абсолютно сходящихся рядов.</p> <p>Функциональные ряды. Основные понятия.</p> <p>Степенные ряды. Основные понятия. Теорема Абеля. Интервал и радиус сходимости степенного ряда. Свойства степенных рядов. Ряды Тейлора и Маклорена. Разложение некоторых функций в ряд Тейлора (Маклорена). Приложения степенных рядов.</p> <p>Ряды Фурье. Основные понятия. Разложение в ряд Фурье <math>2\pi</math>-периодических функций. Теорема Дирихле. Разложение в ряд Фурье четных и нечетных функций. Разложение в ряд Фурье функций произвольного периода. Представление непериодической функции рядом Фурье. Интеграл Фурье.</p>		
---	--	--

### Перечень практических занятий

Тема практического занятия. Вопросы, отрабатываемые на практическом занятии	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3
<p><b>Раздел 1</b></p> <p><b>Введение в математический анализ</b></p> <p>Исследование основных характеристик функций. Основные элементарные функции и их графики.</p> <p>Формы записи комплексных чисел. Действия над комплексными числами.</p> <p>Вычисление пределов функций.</p> <p>Исследование непрерывности функций. Определение точек разрыва функций.</p> <p><b>Вычисление производных функции одной переменной</b></p> <p>Вычисление производных функций с помощью таблицы и свойств производных. Производные сложных функций. Дифференцирование неявных и параметрически заданных функций. Логарифмическое дифференцирование. Производные высших порядков. Вы-</p>	24	1-4

числение дифференциалов функций. Дифференциалы высших порядков.		
<p><b>Раздел 2</b></p> <p><b>Приложение производных и дифференциалов</b></p> <p>Применение дифференциала в приближенных вычислениях. Уравнения касательной и нормали к кривой. Вычисление пределов с использованием правила Лопитала. Нахождение точек локального максимума, минимума, экстремума функции. Определение выпуклого вверх и выпуклого вниз графика функции, точек перегиба. Нахождение асимптот графика функции. Общая схема исследования функции и построения ее графика. Метод хорд, метод касательных приближенного решения уравнений.</p> <p>Функции многих переменных</p> <p>Нахождение области определения, построение графиков функций многих переменных. Пределы функций многих переменных. Непрерывность функции многих переменных, точки разрыва. Вычисление частных производных первого порядка. Вычисление частных производных высших порядков. Дифференциал функции многих переменных. Применение полного дифференциала к приближенным вычислениям. Дифференциалы высших порядков. Производные сложных функций. Дифференцирование неявных функций. Касательная плоскость и нормаль к поверхности. Определение точек локального максимума, минимума, экстремума функции 2-х переменных. Наибольшее и наименьшее значения функции в замкнутой области</p>	24	1-4
<p><b>Раздел 3.</b></p> <p><b>Неопределенные интегралы</b></p> <p>Основные методы интегрирования: метод непосредственного интегрирования, метод интегрирования заменой переменной (подстановкой), метод интегрирования по частям. Интегрирование рациональных дробей. Интегрирование тригонометрических функций. Интегрирование иррациональных функций.</p> <p><b>Определенные интегралы</b></p> <p>Использование формулы Ньютона-Лейбница для вычисления определенного интеграла. Интегрирование определенного интеграла заменой переменной (подстановкой). Интегрирование по частям определенного интеграла. Интегрирование четных и нечетных функций. Вычисление несобственных интегралов. Вычисление площадей плоских фигур. Вычисление длин дуг плоских кривых. Вычисление объемов тел.</p>	24	1-4
<p><b>Раздел 4</b></p> <p><b>Кратные интегралы</b></p> <p>Вычисление двойного интеграла в декартовых координатах. Вычисление двойного интеграла в полярных координатах. Приложения двойного интеграла.</p>	24	1-4

<p>Вычисление тройного интеграла в декартовых координатах. Вычисление тройного интеграла в цилиндрических и сферических координатах. Приложения тройного интеграла.</p> <p><b>Ряды</b></p> <p>Исследование сходимости знакоположительных числовых рядов. Исследование сходимости знакочередующихся и знакопеременных рядов. Абсолютная и условная сходимости числовых рядов. Определение интервала и радиуса сходимости степенного ряда. Разложение некоторых функций в ряд Тейлора (Маклорена). Приложения степенных рядов.</p> <p>Разложение в ряд Фурье <math>2\pi</math>-периодических функций. Разложение в ряд Фурье четных и нечетных функций. Разложение в ряд Фурье функций произвольного периода. Представление непериодической функции рядом Фурье. Интеграл Фурье.</p>		
--	--	--

### Задания для самостоятельной работы студентов

Вопросы для самостоятельного изучения (задания)	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3
<b>Раздел 1</b>		
<p><b>Введение в математический анализ</b>  Действия над комплексными числами.  Вычисление пределов  Исследование непрерывности функций</p> <p><b>Вычисление производных функции одной переменной</b>  Дифференцирование неявных и параметрически заданных функций. Логарифмическое дифференцирование.  Производные высших порядков.</p>	78	1-4
<p><b>Раздел 2</b></p> <p><b>Приложение производных функции одной переменной</b>  Правило Лопиталя.  Исследование функции и построения ее графика.</p> <p><b>Функции многих переменных</b>  Производная сложной функции.  Дифференцирование неявной функции.  Наибольшее и наименьшее значения функции в замкнутой области.</p>	78	1-4
<p><b>Раздел 3</b></p> <p><b>Неопределенные интегралы</b>  Интегрирование тригонометрических функций.  Интегрирование иррациональных функций.</p> <p><b>Определенные интегралы</b>  Несобственные интегралы.  Приложение определенного интеграла.</p>	42	1-4
<p><b>Раздел 4</b></p> <p><b>Кратные интегралы</b>  Вычисление тройного интеграла в цилиндрических и сферических</p>	42	1-4

координатах. Приложения тройного интеграла. <b>Ряды</b> Абсолютная и условная сходимости числовых рядов. Приложения степенных рядов. Разложение в ряд Фурье функций произвольного периода. Представление непериодической функции рядом Фурье.		
---	--	--

### Образовательные технологии

При изучении дисциплины «Математический анализ» используются следующие образовательные технологии:

- лекции в формате мультимедиа;
- глоссарий в электронном варианте;
- методические указания в электронном варианте по различным разделам математики.

### Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

№ п/п	Наименование контролируемых разделов (темы)	Код и наименование индикатора достижения компетенций	Наименование оценочного средства
<b>Входной контроль</b>			
1	Входной контроль		Вопросы входного контроля
<b>Аттестация разделов, текущий контроль успеваемости</b>			
1	Раздел 1 Темы: 1. Введение в математический анализ 2. Вычисление производных функции одной переменной	3-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1 3-УКЕ-1, У-УКЕ-1, В-УКЕ-1 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2	Контрольная работа 1 Контрольная работа 2 Коллоквиум 1
2	Раздел 2 Темы: 3. Приложение производных функции одной переменной 4. Функции многих переменных	3-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1 3-УКЕ-1, У-УКЕ-1, В-УКЕ-1 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2	Контрольная работа 3 Домашнее задание 1 Контрольная работа 4
3	Раздел 2 Темы: 1. Неопределенные интегралы 2. Определенные интегралы	3-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1 3-УКЕ-1, У-УКЕ-1, В-УКЕ-1 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2	Домашнее задание 2 Контрольная работа 5 Коллоквиум 2

4	Раздел 4 Темы: 1. Кратные интегралы 2. Ряды	3-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1 3-УКЕ-1, У-УКЕ-1, В-УКЕ-1 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2	Домашнее задание 3 Контрольная работа 6
Промежуточная аттестация			
1	Экзамен 1	3-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1 3-УКЕ-1, У-УКЕ-1, В-УКЕ-1 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2	Вопросы к экзамену
2	Экзамен 2	3-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1 3-УКЕ-1, У-УКЕ-1, В-УКЕ-1 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2	Вопросы к экзамену

Оценочное средство для входного контроля представляют собой вопросы, которые задаются студентам в устной форме.

### Вопросы входного контроля

1. Функция, ее область определения и область значений.
2. Основные элементарные функции, их свойства и графики.
3. Основное тригонометрическое тождество.
4. Формулы приведения, сложения, двойного и половинного аргумента тригонометрических функций.
5. Решение тригонометрических уравнений вида  $\sin x = a$ ,  $\cos x = a$ ,  $\operatorname{tg} x = a$ .
6. Определение производной.
7. Физический смысл производной.
8. Геометрический смысл производной.
9. Формулы сокращенного умножения.
10. Разложение квадратного трехчлена на линейные множители.

В качестве оценочных средств аттестации разделов, текущего контроля успеваемости используются контрольные работы, коллоквиумы, домашние задания.

Контрольная работа - средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу. Проводится в ходе учебных (аудиторных) занятий, проводимых по расписанию.

### Примерный вариант контрольной работы 1 (КР1)

Вычислить пределы, не используя правило Лопиталья:

$$\begin{aligned}
 1. \lim_{x \rightarrow 2} \frac{2x^2 - 9x + 10}{x^2 + 3x - 10}, & \quad 2. \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{7x^3 + 4x}{x^3 - 3x + 2}, & \quad 3. \lim_{x \rightarrow 4} \frac{2x^2 - 9x + 4}{\sqrt{5-x} - \sqrt{x-3}}, \\
 4. \lim_{x \rightarrow \infty} \left( \frac{2x}{1+2x} \right)^{-4x}, & \quad 5. \lim_{x \rightarrow 0} \frac{\operatorname{tg} 3x}{2x}.
 \end{aligned}$$

### Примерный вариант контрольной работы 2 (КР2)

Найти  $y'$ :

$$\begin{aligned}
 1. y = \frac{\sin x}{\cos^2 x}, & \quad 2. y = \operatorname{arctg}(e^{2x}), & \quad 3. y = x^{\frac{1}{x}}, \\
 4. x - y + \operatorname{arctg} y = 0, & \quad 5. \begin{cases} x = t^3 + 8t, \\ y = t^5 - 2t. \end{cases}
 \end{aligned}$$

### Примерный вариант контрольной работы 3 (КР3)

1. Дана функция:

$$y = \ln(x^2 - 2x + 2).$$

Найти: 1.1. производную функции,

1.2. точки экстремума функции,

1.3. наименьшее и наибольшее значения функции на отрезке  $[0,3]$ .

2. Вычислить, используя правило Лопитала:

$$2.1. \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{\ln(x+5)}{\sqrt[4]{x+3}}, \quad 2.2. \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{x+5}{x-3}.$$

### Примерный вариант контрольной работы 4 (КР4)

1. Найти частные производные 1-го порядка функций:

$$1.1. z = \ln \frac{x^2}{y^8}, \quad 1.2. z = x^3 - 4x^2y + 5y^2,$$

2. Найти частные производные 2-го порядка функций:

$$2.1. z = \ln \frac{x^2}{y^8}, \quad 2.2. z = x^3 - 4x^2y + 5y^2,$$

Найти наибольшее и наименьшее значения функции в замкнутой области  $\bar{D}$ , ограниченной заданными линиями:

$$z = 3x + y - xy \\ \bar{D}: y = x, y = 4, x = 0.$$

### Примерный вариант контрольной работы 5 (КР5)

1. Найти интегралы:

$$1.1. \int \frac{3 + \sqrt[3]{x^2} - 2x}{\sqrt{x}} dx, \quad 1.2. \int \frac{\arctg x dx}{1+x^2}, \\ 1.3. \int (x-1)e^x dx, \quad 1.4. \int \frac{(x+18)dx}{x^2 - 4x - 12}.$$

2. Вычислить определенный интеграл:

$$\int_1^2 \frac{e^{1/x}}{x^2} dx$$

### Примерный вариант контрольной работы 6 (КР6)

1. Исследовать сходимость рядов:

$$1.1. \sum_{n=1}^{\infty} \frac{3^n n!}{n^5}, \quad 1.2. \sum_{n=1}^{\infty} \frac{10^n n^n}{(n+1)^n}, \quad 1.3. \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{\sqrt[3]{n^5}}.$$

2. Исследовать на абсолютную и условную сходимость знакочередующийся ряд:

$$2.1. \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1}}{(n+1)3^n}, \quad 2.2. \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1}}{3n+4}.$$

### Вопросы коллоквиума 1 (Кл1)

1. Определение функции. Определение функций, заданных неявно и параметрически.
2. Основные характеристики функций: четные и нечетные функции, периодические функции, монотонные функции, ограниченные функции.
3. Сложная функция. Обратная функция.
4. Основные элементарные функции: степенная, показательная, логарифмическая, тригонометрические, обратные тригонометрические. Их графики и основные свойства.
5. Гиперболические функции, их графики.
6. Определение предела функции при  $x \rightarrow a$ .
7. Определения односторонних пределов функции.
8. Теорема (Связь между односторонними пределами и пределом функции).
9. Определение предела функции при  $x \rightarrow +\infty$ .
10. Определение предела функции при  $x \rightarrow -\infty$ .
11. Определение предела функции при  $x \rightarrow \infty$ .
12. Бесконечно большие и бесконечно малые функции.
13. Свойства бесконечно малых функций (7 свойств).
14. Свойства пределов (7 свойств).
15. Первый замечательный предел (вывод).
16. Второй замечательный предел.
17. Сравнение бесконечно малых функций.
18. Эквивалентные бесконечно малые функции.
19. Теорема (Свойство эквивалентных бесконечно малых функций).
20. Таблица эквивалентных бесконечно малых функций. Док-ва
21. Определения непрерывной функции.
22. Теорема (Арифметические действия над непрерывными функциями).
23. Теорема (Непрерывность сложной функции).
24. Теорема (Непрерывность обратной функции).
25. Непрерывность некоторых основных элементарных функций:  $y = x$ , показательной, тригонометрических, логарифмической, обратных тригонометрических.
26. Определение точек разрыва функций.
27. Классификация точек разрыва функций.
28. Алгебраическая форма комплексного числа.
29. Равные комплексные числа, взаимно сопряженные комплексные числа.
30. Изображение комплексного числа.
31. Модуль, аргумент комплексного числа.
32. Тригонометрическая форма комплексного числа.
33. Формула Эйлера, показательная форма комплексного числа.
34. Сложение, вычитание, умножение, деление комплексных чисел.
35. Возведение комплексных чисел в степень.
36. Извлечение корня комплексного числа.
37. Определение производной.
38. Геометрический смысл производной.

39. Физический смысл производной.
40. Теорема (Связь между дифференцируемостью и непрерывностью функции).
41. Теорема (Свойства производных).
42. Теорема (Производная сложной функции).
43. Теорема (Производная обратной функции).
44. Производная постоянной функции (вывод).
45. Логарифмическое дифференцирование.
46. Дифференцирование функции, заданной неявно.
47. Дифференцирование функции, заданной параметрически.
48. Производные высших порядков функции, заданной явно.
49. Производные высших порядков функции, заданной неявно.
50. Производные высших порядков функции, заданной параметрически.
51. Определения дифференциала функции, дифференциала независимой переменной.
52. Геометрический смысл дифференциала.
53. Свойства дифференциала (выводы).
54. Дифференциалы высших порядков.

### **Вопросы коллоквиума 2 (Кл2)**

1. Определения первообразной функции и неопределенного интеграла. Геометрический смысл неопределенного интеграла.
2. Основные свойства неопределенного интеграла (6 свойств, док-ва).
3. Таблица интегралов (док-ва)
4. Метод замены переменной для неопределенного интеграла.
5. Метод интегрирования по частям для неопределенного интеграла (вывод).
6. Определения рациональных дробей, правильных рациональных дробей.
7. Определение простейших рациональных дробей.
8. Интегрирование простейших рациональных дробей.
9. Схема интегрирования рациональных дробей общего вида (пример).
10. Определение определенного интеграла.
11. Геометрический смысл определенного интеграла (вывод).
12. Основные свойства определенного интеграла (11 свойств, док-ва).
13. Теорема (Формула Ньютона-Лейбница) (док-во).
14. Вычисление определенного интеграла методами замены.
15. Вычисление определенного интеграла методом интегрирования по частям.
16. Интегрирование четных и нечетных функций по симметричному отрезку (вывод).
17. Определение и вычисление несобственных интегралов.
18. Вычисление площади криволинейной трапеции, ограниченной кривой, заданной явно (3 случая).
19. Вычисление площади криволинейной трапеции, ограниченной кривой, заданной параметрически (док-во).
20. Определение и вычисление площади криволинейного сектора (док-во).
21. Вычисление длины дуги кривой, заданной явно (док-во).
22. Вычисление длины дуги кривой, заданной параметрически (док-во).
23. Вычисление длины дуги кривой в полярных координатах (док-во).
24. Вычисление объема тела по площадям параллельных сечений (док-во).
25. Вычисление объема тела вращения (док-во).

Домашнее задание - средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу, предназначенное для выполнения дома.

### Примерный вариант домашнего задания 1 (Д31)

1. Провести исследование функции на экстремум

$$z = x^3 - y^3 - 3x^2 - 3y - 24x$$

2. Проверить, удовлетворяет ли функция  $U(x,y)$  заданному уравнению

$$u = \frac{y}{x}, \quad x^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + 2xy \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} + y^2 \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0$$

### Примерный вариант домашнего задания 2 (Д32)

Вычислить интегралы:

$$\begin{aligned} 1. \int \sin^2 x \, dx, & \quad 2. \int \sin^6 x \cos^3 x \, dx, \\ 3. \int \frac{dx}{2 \sin x - \cos x}, & \quad 4. \int \frac{dx}{\sqrt{x^2 - x - 1}}. \end{aligned}$$

### Примерный вариант домашнего задания 3 (Д33)

1. Изменить порядок интегрирования:

$$\int_{-2}^{-\sqrt{3}} dx \int_0^{\sqrt{4-x^2}} f(x,y) dy + \int_{-\sqrt{3}}^0 dx \int_0^{2-\sqrt{4-x^2}} f(x,y) dy$$

2. Вычислить:

$$\iint_D (54x^2y^2 + 150x^4y^4) dx dy$$

$D: x = 1, y = x^3, y = -\sqrt{x}$

### Вопросы выходного контроля (экзамена 1)

1. Теорема (Ролля) (док-во). Геометрический смысл теоремы (Ролля).
2. Теорема (Коши) (док-во).
3. Теорема (Лагранжа) (док-во). Геометрический смысл теоремы (Лагранжа).
4. Теорема (Правило Лопиталья) (док-во).
5. Уравнения касательной и нормали к кривой.
6. Теорема (Признак монотонности функции) (док-во). Геометрический смысл теоремы.
7. Определение точек максимума, минимума, экстремума функции. Геометрический вид.
8. Теорема (Необходимое условие экстремума функции) (док-во). Геометрический смысл теоремы.
9. Определение стационарной точки, критической точки 1-го рода.
10. Теорема-1 (Достаточное условие экстремума функции) (док-во).
11. Теорема-2 (Достаточное условие экстремума функции) (без док-ва).
12. Наибольшее и наименьшее значения функции на отрезке.
13. Определения выпуклого вверх и выпуклого вниз графика функции, точки перегиба. Геометрический вид.
14. Теорема (Критерий направления выпуклости) (док-во).

15. Теорема (Необходимое условие точки перегиба) (док-во).
16. Определение критической точки 2-го рода.
17. Теорема (Достаточное условие точки перегиба) (док-во).
18. Асимптоты графика функции: вертикальные, горизонтальные, наклонные.
19. Схема исследования функции и построения ее графика.
20. Определения функций 2-х переменных, 3-х переменных и  $n$  переменных.
21. Определения и геометрический вид  $\delta$ -окрестностей. Определения пределов функций 2-х переменных, 3-х переменных и  $n$  переменных.
22. Геометрический смысл предела функции 2-х переменных.
23. Непрерывность функции многих переменных. Точки разрыва.
24. Частные приращения, полное приращение функции 2-х переменных.
25. Определения частных производных 1-го порядка функции 2-х переменных.
26. Геометрическая интерпретация частных производных функции 2-х переменных.
27. Определения частных производных высших порядков функции многих переменных.
28. Определение смешанной производной. Теорема (Шварца) (без док-ва).
29. Дифференциал функции 2-х переменных (вывод).
30. Дифференциалы высших порядков функции 2-х переменных.
31. Определения и производные сложных функций многих переменных (3 вида).
32. Производная неявной функции  $F(x, y)=0$  (вывод).
33. Производная неявной функции  $F(x, y, z)=0$ .
34. Определения точек максимума, минимума, экстремума функции 2-х переменных.
35. Теорема (Необходимое условие экстремума) (док-во).
36. Теорема (Достаточное условие экстремума).
37. Наибольшее и наименьшее значения функции.

### **Вопросы выходного контроля (экзамена 2)**

1. Определение двойного интеграла.
2. Геометрический смысл двойного интеграла.
3. Основные свойства двойного интеграла.
4. Вычисление двойного интеграла в прямоугольных координатах.
5. Вычисление двойного интеграла в полярных координатах.
6. Приложение двойного интеграла.
7. Определение тройного интеграла.
8. Основные свойства тройного интеграла.
9. Вычисление тройного интеграла в прямоугольных координатах.
10. Вычисление тройного интеграла в цилиндрических координатах.
11. Вычисление тройного интеграла в сферических координатах.
12. Приложение тройного интеграла.
13. Определения числового ряда,  $n$ -й частичной суммы ряда, суммы ряда. Понятие сходимости ряда.
14. Свойства рядов.
15. Теорема (Необходимый признак сходимости ряда). Следствие (Достаточный признак расходимости ряда).
16. Определения гармонического ряда и обобщенного гармонического ряда, сходимость этих рядов.

17. Определение ряда геометрической прогрессии, его сходимость.
18. Достаточные признаки сходимости знакоположительных рядов:
  1. а) Признаки сравнения, б) Признак Даламбера, в) Радикальный признак Коши, г) Интегральный признак Коши.
19. Определения заочередующихся и знакопеременных рядов.
20. Признак Лейбница сходимости заочередующихся рядов.
21. Общий достаточный признак сходимости знакопеременных рядов.
22. Понятие абсолютной и условной сходимости знакопеременных рядов.
23. Определение функционального ряда. Область сходимости функционального ряда.
24. Определение степенных рядов по степеням переменной  $x$  и по степеням разности  $(x-a)$ .
25. Теорема (Абея). Следствие.
26. Определение радиуса сходимости и интервала сходимости степенного ряда.
27. Свойства степенных рядов.
28. Формулы для отыскания радиуса и интервала сходимости степенного ряда.
29. Многочлен Тейлора (вывод).
30. Формула Тейлора, остаточный член в форме Лагранжа. Ряды Тейлора и Маклорена.
31. Теоремы (2) о сходимости построенного ряда Тейлора (или Маклорена) к заданной функции.
32. Разложение некоторых элементарных функций в ряд Маклорена.

### Шкалы оценки образовательных достижений

Код	Вид оценочного средства	Критерии	Баллы	Максимальный балл - минимальный балл
КР1- КР5	Контрольная работа 1 - Контрольная работа 5	Выполнено правильно 3–5 заданий	2 балла за 1 задание	6 - 10
		Выполнено правильно 0–2 заданий	0	
КР6	Контрольная работа 6	Выполнено правильно 3–5 заданий	3 балла за 1 задание	9 - 15
		Выполнено правильно 0–2 заданий	0	
ДЗ1	Домашнее задание 1	Выполнено правильно 60% и более	5 баллов за 1 задание	6 - 10
		Выполнено правильно менее 60%	0	
ДЗ2	Домашнее задание 2	Выполнено правильно 60% и более	2,5 балла за 1 задание	6 - 10
		Выполнено правильно менее 60%	0	
ДЗ3	Домашнее задание 3	Выполнено правильно 60% и более	7,5 баллов за 1 задание	9 - 15
		Выполнено правильно менее 60%	0	
Кл1- Кл2	Коллоквиум1- Коллоквиум 2	- глубокое и прочное усвоение программного материала, - полные, последовательные, грамотные и логически излагаемые ответы,	18 – 20 баллов	

		- свободно справляющиеся с поставленными задачами, знания материала.		12-20
		- знание программного материала, - грамотное изложение, без существенных неточностей в ответе на вопрос, - правильное применение теоретических знаний.	15 -18 баллов	
		- усвоение основного материала, - при ответе допускаются неточности, - при ответе недостаточно правильные формулировки, - нарушение последовательности в изложении программного материала.	12 – 14 баллов	
		- незнание программного материала, - при ответе возникают ошибки.	0 баллов	
Э1- Э2	Экзамен 1 – Экзамен 2	- глубокое и прочное усвоение программного материала, - полные, последовательные, грамотные и логически излагаемые ответы, - свободно справляющиеся с поставленными задачами, знания материала.	26 – 30 баллов	18-30
		- знание программного материала, - грамотное изложение, без существенных неточностей в ответе на вопрос, - правильное применение теоретических знаний.	22 -25 баллов	
		- усвоение основного материала, - при ответе допускаются неточности, - при ответе недостаточно правильные формулировки, - нарушение последовательности в изложении программного материала.	18 – 21 баллов	
		- незнание программного материала, - при ответе возникают ошибки.	0 баллов	

Итоговая оценка представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля и выставляется в соответствии с Положением о кредитно-модульной системе по следующей шкале:

Сумма баллов	Оценка по 4-х бальной шкале	Оценка (ECTS)
90 - 100	5 (отлично)	A
85 – 89	4 (хорошо)	B
75 - 84		C
70 – 74		D
65 – 69	3 (удовлетворительно)	E
60 – 64		F
0 - 59	2 (неудовлетворительно)	

## **Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины**

### Основная литература

1. Салимов, Р. Б. Математика для студентов строительных и технических специальностей: учебное пособие / Р. Б. Салимов. — Санкт-Петербург: Лань, 2018. — 364 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/107956/#8>

2. 1. Тер-Крикоров, А. М. Курс математического анализа учебное пособие / А. М. Тер-Крикоров, М. И. Шабунин. — 8-е изд. — Москва Лаборатория знаний, 2020. — 675 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/152036/#1>

### Дополнительная литература

3. Берман, Г. Н. Сборник задач по курсу математического анализа: учебное пособие / Г. Н. Берман. — 9-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2020. — 492 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/126705/#9>

4. Воробьева, Е. В. Математика. Опорные конспекты и практические занятия для студентов инженерных специальностей: учебное пособие для вузов / Е. В. Воробьева, Е. Н. Стратилатова. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 164 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/156393/#1>

### Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

Процесс реализации образовательной программы в соответствии с требованиями ОС ВО обеспечен необходимым комплектом лицензионного программного обеспечения.

## **Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины**

Лекционные занятия проводятся в специализированных аудиториях, оснащенных мультимедийным оборудованием.

Практические занятия проводятся в учебной аудитории, предназначенной для проведения занятий лекционного и практического типа, групповых и индивидуальных консультаций. Аудитория оснащена необходимым оборудованием (проектором, доской, компьютером) для проведения занятий с помощью презентаций.

### **Учебно-методические рекомендации для студентов**

#### 1. Указания для прослушивания лекций

Перед началом занятий внимательно ознакомиться с учебным планом проведения лекций и списком рекомендованной литературы.

Перед посещением очередной лекции освежить в памяти основные концепции пройденного ранее материала. Подготовить при необходимости вопросы преподавателю. Не надо опасаться, что вопросы могут быть простыми.

На лекции основное внимание следует уделять не формулам и математическим выкладкам, а содержанию изучаемых вопросов, определениям и постановкам задач.

В процессе изучения лекционного курса необходимо по возможности часто возвращаться к основным понятиям и методам решения задач (здесь возможен выборочный контроль знаний студентов).

Желательно использовать конспекты лекций, в которых используется принятая преподавателем система обозначений.

Для более подробного изучения курса следует работать с рекомендованными литературными источниками и вновь появляющимися источниками.

#### 2. Указания для участия в практических занятиях

Перед посещением практического занятия уяснить тему и самостоятельно изучить связанные с ней понятия и методы решения задач.

Перед решением задач активно участвовать в обсуждении с преподавателем основных понятий, связанных с темой практического занятия.

В процессе решения задач вести дискуссию с преподавателем о правильности применения методов их решения.

По возможности самостоятельно доводить решение предлагаемых задач до окончательного итога.

В конце практического занятия при необходимости выяснить у преподавателя неясные вопросы.

Основные результаты выполнения работы необходимо распечатать.

3. Указания для выполнения самостоятельной работы

Получить у преподавателя задание и список рекомендованной литературы. Изучение теоретических вопросов следует проводить по возможности самостоятельно, но при затруднениях обращаться к преподавателю.

Подготовить письменный отчет о проделанной работе.

При выполнении фронтальных заданий по усмотрению преподавателя работа может быть оценена без письменного отчета на основе ответов на контрольные вопросы, при условии активной самостоятельной работы.

Подготовить ответы на контрольные вопросы.

### **Методические рекомендации для преподавателей**

#### 1. Указания для проведения лекций

На первой вводной лекции сделать общий обзор содержания курса и отметить новые методы и подходы к решению задач, рассматриваемых в курсе, довести до студентов требования кафедры, ответить на вопросы.

При подготовке к лекционным занятиям необходимо продумать план его проведения, содержание вступительной, основной и заключительной части лекции, ознакомиться с новинками учебной и методической литературы, публикациями периодической печати по теме лекционного занятия. Уточнить план проведения практического занятия по теме лекции. Перед изложением текущего лекционного материала напомнить об основных итогах, достигнутых на предыдущих лекциях. С этой целью задать несколько вопросов аудитории и осуществить выборочный контроль знания студентов.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия. Раскрывая содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов.

Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала риторические вопросы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы, особо выделяя, категориальный аппарат. В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного практического занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к практическому занятию. Определить место и время консультации студентам, пожелавшим

выступить с докладами и рефератами.

На последней лекции уделить время для обзора наиболее важных положений, рассмотренных в курсе.

## 2. Указания для проведения практических занятий

Четко обозначить тему практического занятия.

Обсудить основные понятия, связанные с темой занятия.

В процессе решения задач вести дискуссию со студентами о правильности применения теоретических знаний.

Отмечать студентов, наиболее активно участвующих в решении задач и дискуссиях.

В конце практического занятия задать аудитории несколько контрольных вопросов.

## 3. Указания по контролю самостоятельной работы студентов

По усмотрению преподавателя задание на самостоятельную работу может быть индивидуальным или фронтальным.

При использовании индивидуальных заданий требовать от студента письменный отчет о проделанной работе.

При применении фронтальных заданий вести коллективные обсуждения со студентами основных теоретических положений.

С целью контроля качества выполнения самостоятельной работы требовать индивидуальные отчеты (допустимо вместо письменного отчета применять индивидуальные контрольные вопросы).

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС НИЯУ МИФИ и учебным планом основной образовательной программы по специальности 14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг

Рабочую программу составил доцент Барановская Л.В.

Рецензент, профессор Чернова Н.М.

Программа одобрена на заседании УМКС 14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг.

Председатель учебно-методической комиссии Ефремова Т. А.