

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Обнинский институт атомной энергетики –
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ
Кафедра высшей математики

Одобрено
Ученым советом ИАТЭ НИЯУ МИФИ
Протокол № 25.8 от 25.08.2025

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ВЕКТОРНЫЙ И ТЕНЗОРНЫЙ АНАЛИЗ

название дисциплины

для студентов направления подготовки

14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг

направление/профиль

Радиационная безопасность атомных станций

Форма обучения: очная

г. Обнинск 2025 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель изучения дисциплины:

- изучение теоретических основ классического векторного анализа в трехмерном евклидовом пространстве, а также современного векторного и тензорного анализа в пространствах произвольного числа измерений.

Задачи изучения дисциплины:

- сформировать правильный научный подход к решению различных задач векторного и тензорного анализа;
- развить навыки абстрактного логического мышления;
- расширить научный кругозор и научить студентов свободно оперировать современными математическими терминами.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ (далее – ОП) СПЕЦИАЛИТЕТА

Дисциплина реализуется в рамках обязательной части и относится к естественно-научному модулю.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: «Математический анализ», «Аналитическая геометрия».

Дисциплины и/или практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: «Теория вероятностей и математическая статистика», «Численные методы».

Дисциплина изучается на 2 курсе в 3 семестре.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

В результате освоения ОП специалитета обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Коды компетенций	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
УКЕ-1	Способен использовать знания естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в поставленных задачах	З-УКЕ-1 знать: основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования; 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; 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;
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 общефизических законов и принципов;
ПК-2	Способен проводить математическое моделирование для анализа всей совокупности процессов в ядерно-энергетическом и тепломеханическом оборудовании АЭС	З-ПК-2 знать методы метаматематического анализа для моделирования процессов в ядерно-энергетическом и тепломеханическом оборудовании АЭС; У-ПК-2 уметь проводить математическое моделирование процессов в ядерно-энергетическом и тепломеханическом оборудовании АЭС; В-ПК-2 владеть стандартными пакетами автоматизированного проектирования и исследований;

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Интеллектуальное воспитание	Создание условий, обеспечивающих формирование культуры умственного труда (В11)	Использование воспитательного потенциала дисциплин гуманитарного, естественнонаучного, общепрофессионального и профессионального модуля для формирования культуры умственного труда посредством вовлечения студентов в учебные исследовательские задания, курсовые работы и др.
Профессиональное и трудовое воспитание	Создание условий, обеспечивающих формирование глубокого понимания социальной роли профессии, позитивной и активной	1. Использование воспитательного потенциала дисциплин естественнонаучного и общепрофессионального модуля для:

	установки на ценности избранной специальности, ответственного отношения к профессиональной деятельности, труду (B14)	- формирования позитивного отношения к профессии инженера (конструктора, технолога), понимания ее социальной значимости и роли в обществе, стремления следовать нормам профессиональной этики посредством контекстного обучения, решения практико-ориентированных ситуационных задач; - формирования устойчивого интереса к профессиональной деятельности, способности критически, самостоятельно мыслить, понимать значимость профессии посредством осознанного выбора тематики проектов, выполнения проектов с последующей публичной презентацией результатов, в том числе обоснованием их социальной и практической значимости; - формирования навыков командной работы, в том числе реализации различных проектных ролей (лидер, исполнитель, аналитик и пр.) посредством выполнения совместных проектов. 2. Использование воспитательного потенциала дисциплины «Экономические и правовые основы медицинской деятельности», «Экономические и правовые основы профессиональной деятельности», «Управление, организация и планирование производства» и др. для: - формирования навыков системного видения роли и значимости выбранной профессии в социально-экономических отношениях через контекстное обучение
--	---	---

5. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ С УКАЗАНИЕМ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ НА КОНТАКТНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ (ПО ВИДАМ ЗАНЯТИЙ) И НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Вид работы	Количество часов на вид работы по семестрам:
Контактная работа обучающихся с преподавателем	
Аудиторные занятия (всего)	64
В том числе:	
лекции	32
практические занятия (из них в форме практической подготовки)	32
лабораторные занятия (из них в форме практической подготовки)	-
Промежуточная аттестация	
В том числе:	
экзамен	36
Самостоятельная работа обучающихся	
Самостоятельная работа обучающихся	44
Всего (часы):	144
Всего (зачетные единицы):	4

6. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

6.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

Неделя	№ п/п	Наименование раздела /темы дисциплины	Виды учебной работы				
			Лек	Пр	Лаб	Внеауд	СРО
1-2	1.	Интегралы, зависящие от параметра	4	4	-	-	4
1	1.1.	Собственные интегралы и несобственные интегралы, зависящие от параметра	2	2	-	-	2
2	1.2.	Интегралы Эйлера. Интеграл Фурье	2	2	-	-	2
3-6	2.	Кратные интегралы	8	8	-	-	4
3	2.1.	Определение и свойства двойного и тройного интеграла. Сведение к повторному интегралу. Замена переменных в кратных интегралах	2	2	-	-	2
4-6	2.2.	Приложения двойного и тройного интеграла. Понятие о многомерных интегралах	6	6	-	-	2
7-9	3.	Криволинейные и поверхностные интегралы	6	8	-	-	6
7	3.1.	Криволинейные интегралы 1 и 2 рода. Формула Грина. Условие независимости криволинейного интеграла от пути интегрирования.	2	4	-	-	3
8-9	3.2.	Поверхностные интегралы. Площадь поверхности. Поверхностные интегралы 1-ого рода и 2-ого рода.	4	4	-	-	3

		Формула Остроградского. Формула Стокса					
10	4.	Элементы векторного анализа	2	2	-	-	8
10	4.1.	Скалярные и векторные поля. Градиент скалярного поля. Поток векторного поля. Дивергенция. Циркуляция. Ротор	1	1	-	-	4
10	4.2.	Дифференциальные операции второго порядка	1	1	-	-	4
11-12	5.	Комплексные числа. Функции комплексного переменного	4	4	-	-	6
11	5.1.	Комплексные числа и операции над ними. Простейшие функции комплексного переменного	1	2	-	-	2
11-12	5.2.	Дифференцирование и интегрирование функций комплексного переменного	2	1	-	-	2
12	5.3	Ряды	1	1	-	-	2
13-14	6.	Особые точки, вычеты, приложения	4	4	-	-	8
13	6.1.	Классификация особых точек и вычеты в них	2	2	-	-	4
14	6.2.	Приложения вычетов для вычисления интегралов	2	2	-	-	4
15-16	7.	Операционное исчисление	4	2	-	-	8
15	7.1.	Преобразование Лапласа. Оригинал и изображение и их свойства	2	1	-	-	4
16	7.2	Приложения	2	1	-	-	4
		ИТОГО за 3 семестр	32	32	-	-	44
		ВСЕГО:	32	32	-	-	44

Прим.: Лек – лекции, Пр – практические занятия / семинары, Лаб – лабораторные занятия, Внеауд – внеаудиторная контактная работа, СРО – самостоятельная работа обучающихся, ПП – практическая подготовка.

6.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

Лекционный курс

Неделя	№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1-2	1.	Интегралы, зависящие от параметра	
1	1.1.	Собственные и несобственные интегралы, зависящие от параметра	Непрерывность, интегрируемость, дифференцируемость. Зависимость пределов интегрирования от параметра. Несобственные интегралы, зависящие от параметра. Понятие равномерной сходимости. Непрерывность, интегрируемость и дифференцируемость несобственных интегралов, зависящих от параметра.
2	1.2.	Интегралы Эйлера. Интеграл Фурье.	Гамма-функция и Бета-функция. Основные свойства Преобразование Фурье и обратное преобразование Фурье.
3-6	2.	Кратные интегралы	
3	2.1.	Двойные и тройные интегралы	Мера плоских фигур. Свойства измеримых фигур и примеры измеримых фигур. Объёмы цилиндрических тел. Понятие двойного и тройного интеграла. Необходимое и достаточное условие интегрируемости функции. Классы интегрируемых

			функций. Свойства двойного и тройного интеграла. Сведение кратного интеграла к повторному интегралу.
4-6	2.2.	Замена переменных в двойном и тройном интеграле.	Замена переменных в двойном и тройном интеграле. Якобиан. Полярная система координат. Сферическая и цилиндрическая системы координат. Физические и геометрические приложения двойного и тройного интеграла. Понятие о многомерных интегралах.
7-9	3.	Криволинейные и поверхностные интегралы	
7	3.1	Криволинейные интегралы.	Криволинейные интегралы 1-ого рода. Вычисление, свойства, применение. Криволинейные интегралы 2-ого рода. Формула Грина. Вычисление площади. Условие независимости криволинейного интеграла от пути интегрирования.
8-9	3.2	Поверхностные интегралы.	Площадь поверхности. Поверхностные интегралы 1-ого рода. Поверхностные интегралы 2-ого рода. Вычисление и свойства. Формула Остроградского. Формула Стокса.
10	4.	Элементы векторного анализа	
10	4.1	Скалярные и векторные поля.	Скалярные и векторные поля. Градиент скалярного поля. Поток векторного поля. Дивергенция. Циркуляция. Ротор.
10	4.2	Дифференциальные операции второго порядка	Дифференциальные операции второго порядка. Основные дифференциальные операции теории поля в ортогональных криволинейных координатах. Запись основных формул в цилиндрических и сферических координатах.
11-12	5.	Комплексные числа. Функции комплексного переменного	
11	5.1.	Комплексные числа и операции над ними. Простейшие функции комплексного переменного	Арифметика комплексных чисел. Геометрический смысл. Различные формы записи. Элементарные функции комплексного переменного.
11-12	5.2.	Дифференцирование и интегрирование функций комплексного переменного	Предел и непрерывность функции. Дифференцируемость функции комплексного переменного. Условия Коши-Римана. Геометрический смысл производной. Аналитическая функция. Интеграл от функции комплексного переменного. Интегральная теорема Коши. Интегральная формула Коши.
12	5.3	Ряды	Числовые и функциональные ряды. Ряды Тейлора и Лорана.
13-14	6.	Особые точки, вычеты, приложения	
13	6.1.	Классификация особых точек и вычеты в них.	Классификация изолированных особых точек и вычеты в них. Вычисление вычетов во всех видах особых точек. Основная теорема Коши о вычетах.
14	6.2.	Приложения	Вычисление интегралов по замкнутому контуру с помощью теории вычетов. Вычисление определенных и несобственных интегралов с помощью вычетов. Лемма Жордана.
15-16	7.	Операционное исчисления	
15	7.1.	Преобразование Лапласа. Оригинал и изображение и	Преобразование Лапласа. Оригинал и изображение. Свойства оригиналов и изображений. Таблица

		их свойства.	изображений для элементарных функций. Теорема обращения (интеграл Меллина), теоремы разложения изображения.
16	7.2	Приложения	Решение дифференциальных уравнений и систем

Практические/семинарские занятия

Неделя	№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1-2	1.	Интегралы, зависящие от параметра	
1	1.1.	Собственные и несобственные интегралы, зависящие от параметра	Собственные и несобственные интегралы, зависящие от параметра. Сходимость. Равномерная сходимость. Предельный переход, дифференцирование под знаком интеграла №3730-3762[3], №3711-3840 [7]
2	1.2.	Интегралы Эйлера. Интеграл Фурье.	Интегралы Эйлера. Гамма и Бета функции. №3841-3880 [7], Интеграл Фурье. Преобразование Фурье и обратное преобразование Фурье. №3881-3900 [7]
3-6	2.	Кратные интегралы	
3	2.1.	Двойные и тройные интегралы	Практика кратного интегрирования. Замена переменных в кратном интеграле. Приложения. №3901-4160 [7], [3]
4-6	2.2.	Замена переменных в двойном и тройном интеграле.	Приложения кратных интегралов к вычислению объемов, координат центра масс, моментов и т.п. №3984-3974[7],
7-9	3.	Криволинейные и поверхностные интегралы	
7	3.1	Криволинейные интегралы.	Криволинейные интегралы первого и второго рода. Прикладные задачи. Поверхностные интегралы 1-го и 2-го рода. Формулы Грина, Гаусса-Остроградского, Стокса. Прикладные задачи. №3770-3874[3], №4221-4366 [7]
8-9	3.2	Поверхностные интегралы.	Основные дифференциальные операции и их свойства в декартовых координатах. Поток и циркуляция векторного поля. Формулы Грина, Остроградского, Стокса. Потенциальные и соленоидальные поля. Прикладные задачи. №3776-3900[3], №4367-4400 [7]
10	4.	Элементы векторного анализа	
10	4.1	Скалярные и векторные поля.	Скалярные и векторные поля. Градиент скалярного поля. Поток векторного поля. Дивергенция. Циркуляция. Ротор. №4404-4465 [3], №4401-4457 [7],
10	4.2	Дифференциальные операции второго порядка	Дифференцируемость функции комплексного переменного. Условия Коши-Римана. Простейшие свойства аналитических функций. Геометрический смысл производной. Аналитичность элементарных функций. § 2.1-2.4[8]
11-12	5.	Комплексные числа. Функции комплексного переменного	
11	5.1.	Комплексные числа и операции над ними. Простейшие функции комплексного переменного	Арифметика комплексных чисел. Геометрический смысл. Различные формы записи. Элементарные функции комплексного переменного § 1.1-1.3[8]

11-12	5.2.	Дифференцирование и интегрирование функций комплексного переменного	Интеграл от комплексной функции по комплексной переменной. Интегральная теорема Коши. Интегральная формула Коши. § 5.1-5.3[8]
12	5.3	Ряды	Числовые и функциональные ряды. Ряды Тейлора и Лорана. Классификация особых точек. § 3.2-3.3[8]
13-14	6.	Особые точки, вычеты, приложения	
13	6.1.	Классификация особых точек и вычеты в них.	Классификация изолированных особых точек и вычеты в них. Вычисление вычетов во всех видах особых точек. Основная теорема Коши о вычетах. § 6.1-6.3[8]
14	6.2.	Приложения	Вычисление интегралов по замкнутому контуру с помощью теории вычетов. Вычисление определенных и несобственных интегралов с помощью вычетов. § 7.1-7.3[8]
15-16	7.	Операционное исчисления	
15	7.1.	Преобразование Лапласа. Оригинал и изображение и их свойства.	Оригинал и изображение. Свойства оригиналов и изображений. Таблица изображений для элементарных функций. Техника нахождения оригиналов и изображений. § 8.1[8]
16	7.2	Приложения	Решение дифференциальных уравнений и систем с помощью преобразования Лапласа. § 8.2[8]

Лабораторные занятия
Не предусмотрены.

7. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Методические указания по организации самостоятельной работы по дисциплине «Векторный и тензорный анализ», утверждено на заседании отделения ЯФиТ (протокол № 1 от «30» августа 2023 г.).

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

8.1. Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индикатор достижения компетенции	Наименование оценочного средства текущей и промежуточной аттестации
Текущая аттестация, 3 семестр			
1.	Разделы 1-2	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	Контрольная работа 1
2.	Разделы 3-7	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 2
Промежуточная аттестация, 3 семестр			
	Экзамен	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	Экзаменационный билет

8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущей и промежуточной аттестации по дисциплине.

Оценочные средства приведены в Приложении «Фонд оценочных средств».

8.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Итоговая аттестация по дисциплине является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков обучающихся по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущей и промежуточной аттестации.

Текущая аттестация в семестре проводится с целью обеспечения своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы обучающихся.

Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины.

Текущая аттестация осуществляется два раза в семестр:

- контрольная точка № 1 (КТ № 1) – выставляется в электронную ведомость не позднее 8 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 1 по 8 неделю учебного семестра.
- контрольная точка № 2 (КТ № 2) – выставляется в электронную ведомость не позднее 16 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 9 по 16 неделю учебного семестра.

Исключение: текущая аттестация в 8 семестре обучения по образовательным программам специалитета, в котором единственная контрольная точка № 1 (КТ № 1) – выставляется в электронную ведомость не позднее 6 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 1 по 6 неделю учебного семестра.

Результаты текущей и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

Этап рейтинговой системы / Оценочное средство	Неделя	Балл	
		Минимум*	Максимум
Текущая аттестация	1-16	36	60
Контрольная точка № 1	7-8	18	30
<i>ИДЗ №1</i>		18	30
Контрольная точка № 2	15-16	18	30
<i>ИДЗ №2</i>		18	30
Промежуточная аттестация	-	24	40
Экзамен	-		
<i>Экзаменационный билет</i>	-	24	40
ИТОГО по дисциплине		60	100

* Минимальное количество баллов за оценочное средство – это количество баллов, набранное обучающимся, при котором оценочное средство засчитывается, в противном случае обучающийся должен ликвидировать появившуюся академическую задолженность по текущей

или промежуточной аттестации. Минимальное количество баллов за текущую аттестацию, в т.ч. отдельное оценочное средство в ее составе, и промежуточную аттестацию составляет 60% от соответствующих максимальных баллов.

Студент считается аттестованным по разделу, зачету или экзамену, если он набрал не менее 60% от максимального балла, предусмотренного рабочей программой.

Студент может быть аттестован по дисциплине, если он аттестован по каждому разделу, зачету/экзамену и его суммарный балл составляет не менее 60.

Определение бонусов и штрафов

Бонусы: поощрительные баллы студент может получить к своему рейтингу в конце семестра за присутствие на лекциях, практических и лабораторных занятиях и активную и регулярную работу на занятиях.

Бонус (премиальные баллы) не может превышать 5 баллов, вместе с баллами за текущую аттестацию – не более 60 баллов за семестр.

8.4. Шкала оценки образовательных достижений

Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущей и промежуточной аттестации

Сумма баллов	Оценка по 4-х балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоения учебной дисциплины
90-100	5- «отлично»/ «зачтено»	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы
85-89	4 - «хорошо»/ «зачтено»	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
75-84		C	
70-74		D	
65-69	3 - «удовлетворительно»/ «зачтено»	D	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала
60-64		E	
0-59	2 - «неудовлетворительно»/ «не зачтено»	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится

			студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине
--	--	--	--

9. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

а) основная учебная литература:

1. Ильин В.А., Позняк Э.Г. Основы математического анализа. – М.: Физматлит, 2006, ч.2.
2. Свешников А. Г., Тихонов А. Н. Теория функции комплексного переменного. – М.: Наука, 1999.
3. Берман Г.Н. Сборник задач по курсу математического анализа: учеб. пособие. – 22-е изд., перераб. – СПб.: Профессия, 2007. – 432 с.
4. Кузнецов Л.А. Сборник задач по высшей математике. – СПб.: «Лань», 2005.
5. Чудесенко В.Ф. сборник заданий по специальным курсам высшей математики. – СПб: «Лань», 2005.
6. Кудрявцев Л.Д. Курс математического анализа. – М.: Физматлит, 2006. – т.2.
7. Демидович Б.П. Сборник задач и упражнений по математическому анализу. – М.: АСТ Астрель, 2007 г. –13-е изд., испр. – М.: Сервисная компания, 2014. – 624 с.
8. Сборник задач по теории функции комплексного переменного. Под ред. проф. А. П. Буланова. – Обнинск: ИАТЭ, 2005.
9. Тер-Крикоров А.М., Шабунин М.И. Курс математического анализа. – М: Наука, 2002.
10. Привалов И. И.. Введение в теорию функции комплексного переменного. – М.: Высш. Школа, 1999.

б) дополнительная учебная литература:

1. Кудрявцев Л.В., Кутасов А.Д., Чехлов В.И., Шабунин М.И. Сборник задач по математическому анализу в 3 т. – Т.2. – ФИЗМАТЛИТ, 2010.
2. Зорич В.А. Математический анализ. – Т.2. – М.: МЦНМО, 2012.
3. Нестеров А.В, Юрченко А.М. Конспект лекций по курсу "Теория функций комплексного переменного". Учебное пособие для студентов второго курса. – Обнинск, 1998.
4. Краснов М.Л, Киселев А.И., Макаренко Г.И. Функции комплексного переменного. Операционное исчисление. Теория устойчивости. – М.: Наука, 1981.

10. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» (ДАЛЕЕ - СЕТЬ «ИНТЕРНЕТ»), НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Мир математических уравнений. Учебно-образовательная физико- математическая библиотека [Электронный ресурс] – URL: <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library.htm>. EqWorld.
2. Математический форум Math Help Planet [Электронный ресурс] – URL: <http://mathhelpplanet.com/>.
3. Электронная библиотека IQLb образовательных и просветительских изданий. Свободный доступ к электронным учебникам, справочным и учебным пособиям [Электронный ресурс] – URL: <http://www.iqlib.ru/>.
4. Федеральный портал российского профессионального образования: Математика и естественно-научное образование [Электронный ресурс] – URL: http://www/edu.ru/modules.php?op=modload&name=Web_.Links&file=index&l_op=viewlk&cid=2720.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Лекции

При изучении дисциплины необходимо конспектировать лекции, кратко записывая основные определения, формулировки теорем и основные пункты их доказательств. Для понимания материала лекций и его качественного усвоения рекомендуется за день до следующей лекции прочитать и повторить материал по конспекту. В случае возникших вопросов изучить теоретический материал по учебнику либо получить консультацию у преподавателя. Желательно дополнительно прочитывать материал по рекомендованным учебникам.

Практические занятия

При подготовке к практическим занятиям надо прочитать теоретический материал по теме и просмотреть материалы предыдущего семинара и только потом приступать к выполнению домашнего задания. На практических занятиях активно участвовать в работе группы, в случае невыполнения отдельных заданий задавать вопросы преподавателю.

Контрольная работа

При подготовке к контрольной необходимо повторить теоретический материал по лекциям и учебникам, просмотреть типичные задачи по теме, которые решались на занятиях и в домашних заданиях, решить несколько задач по теме из сборника индивидуальных заданий (Кузнецов[4]).

Экзамен

При подготовке к экзамену необходимо изучить теоретический материал, который выносится на экзамен, по конспекту лекций. Для лучшего понимания или в случае возникновения вопросов обратиться к рекомендуемым учебникам или Интернет-ресурсам. На консультациях активно выяснять возникшие вопросы. Экзамен является итоговой аттестацией по предмету за семестр, поэтому он требует систематизации всего лекционного и практического материала. Совершенно необходимо для подготовки к экзамену вдумчиво и внимательно выполнить индивидуальное домашнее задание. Задачи по типу этого задания часто встречаются на экзамене. Для успешной сдачи экзамена требуется систематическая работа в семестре, активная самостоятельная работа с учебниками или Интернет-ресурсами.

12. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ (ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ)

Использование информационных технологий при осуществлении образовательного процесса по дисциплине осуществляется в соответствии с утвержденным Положением об Электронной информационно-образовательной среде ИАТЭ НИЯУ МИФИ.

Электронная система управления обучением (LMS) используется для реализации образовательных программ при очном, дистанционном и смешанном режиме обучения. Система реализует следующие основные функции:

- 1) Создание и управление классами,
- 2) Создание курсов,
- 3) Организация записи учащихся на курс,
- 4) Предоставление доступа к учебным материалам для учащихся,
- 5) Публикация заданий для учеников,
- 6) Оценка заданий учащихся, проведение тестов и отслеживание прогресса обучения,
- 7) Организация взаимодействия участников образовательного процесса.

Система интегрируется с дополнительными сервисами, обеспечивающими возможность использования таких функций как рабочий календарь, видео связь, многопользовательское редактирование документов, создание форм опросников, интерактивная доска для рисования. Авторизация пользователей в системе осуществляется посредством корпоративных аккаунтов, привязанных к домену oiate.ru.

12.1. Перечень информационных технологий

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационные технологии:

- проведение лекций и практических занятий с использованием слайд-презентаций;
- использование компьютерного тестирования;
- организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты и ЭИОС.

12.2. Перечень программного обеспечения

- Редактор презентаций Microsoft PowerPoint;
- Браузеры: Google Chrome, Internet Explorer, Yandex, Mozilla Firefox, Opera.
- Локальная компьютерная сеть и глобальная сеть Интернет.

12.3. Перечень информационных справочных систем

Доступ к электронным библиотечным ресурсам и электронной библиотечной системе (ЭБС) осуществляется посредством специальных разделов на официальном сайте ИАТЭ НИЯУ МИФИ. Обеспечен доступ к электронным каталогам библиотеки ИАТЭ НИЯУ МИФИ, а также электронным образовательным ресурсам (ЭИОС), сформированным на основании прямых договоров с правообладателями учебной и учебно-методической литературы, методических пособий:

- 1) Информационные ресурсы Сети Консультант Плюс, www.consultant.ru (информация нормативно-правового характера на основе современных компьютерных и телекоммуникационных технологий);
- 2) Электронно-библиотечная система НИЯУ МИФИ, http://libcatalog.mephi.ru/cgi/irbis64r/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=BOOK&Z21ID=&P21DBN=BOOK;
- 3) ЭБС «Издательства Лань», <https://e.lanbook.com/>;
- 4) Электронно-библиотечная система BOOK.ru, www.book.ru;
- 5) Базы данных «Электронно-библиотечная система elibrary» (ЭБС elibrary);
- 6) Базовая версия ЭБС IPRbooks, www.iprbooks.ru;
- 7) Базы данных «Электронная библиотека технического ВУЗа» www.studentlibrary.ru;
- 8) Электронно-библиотечная система «Айбукс.ру/ibooks.ru»;
- 9) <http://ibooks.ru/home.php?routine=bookshelf>
- 10) Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ», <http://urait.ru/>.

13. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Для преподавания дисциплины «Векторный и тензорный анализ» необходимы учебные аудитории для чтения лекций и практических занятий, оборудованные доской и мелом.

14. ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ И (ИЛИ) МАТЕРИАЛЫ

14.1. Перечень образовательных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Лекции.

Практические занятия.

Контрольные работы.

Индивидуальные задания.

Самостоятельная работа студентов.

14.2. Формы организации самостоятельной работы обучающихся (темы, выносимые для самостоятельного изучения; вопросы для самоконтроля; типовые задания для самопроверки)

Тема: Операционное исчисление (Решение дифференциальных уравнений и систем дифференциальных уравнений с помощью преобразования Лапласа)

Вопросы:

1. Нахождения изображения по оригиналу, используя таблицу изображений и свойства оригиналов и изображений.
2. Методы нахождения оригинала по заданному изображению
3. Метод решения дифференциального уравнения, основанный на формуле Дюамеля.

Задания для самопроверки по теме: раздел 1 "Теория функций комплексного переменного и операционное исчисление" ([5], Чудесенко В.Ф.), задачи 21-24, 26.

Вопросы и типовые задания для самопроверки по курсу

1. Найти площадь фигуры, ограниченной данными линиями.

$$y^2 - 2y + x^2 = 0, y^2 - 4y + x^2 = 0, y = \frac{x}{\sqrt{3}}, y = \sqrt{3}x.$$

2. Вычислить тройной интеграл $\iiint_V (x+y) dx dy dz$, $V: z=10x, x+y=1, x=0, y=0, z=0$.

3. Найти объем тела, заданного неравенствами

$$1 \leq x^2 + y^2 + z^2 \leq 4, \quad z \leq -\sqrt{\frac{x^2 + y^2}{3}}, \quad y \geq \frac{x}{\sqrt{3}}, \quad y \geq -\frac{x}{\sqrt{3}}.$$

4. Найти поток векторного поля $\vec{a}$ через часть поверхности S , вырезаемую плоскостями P_1, P_2 (нормаль внешняя к замкнутой поверхности, образуемой данными поверхностями).

$$\vec{a} = (x^3 + xy^2)\vec{i} + (y^3 + x^2y)\vec{j} + z^2\vec{k},$$

$$S: x^2 + y^2 = 16, P_1: z = -1, P_2: z = 2.$$

5. Найти поток векторного поля $\vec{a}$ через часть плоскости P , расположенную в первом октанте (нормаль образует острый угол с осью Oz) $\vec{a} = xi + yj + zk, \quad P: x + y + z = 1$.

6. Найти циркуляцию векторного поля $\vec{a} = yzi + 2xzy + xyk$ вдоль контура Γ

$$\Gamma: \begin{cases} x^2 + y^2 + z^2 = 25, \\ x^2 + y^2 = 9(z > 0). \end{cases}$$

7. Найти работу силы $\vec{F} = (x+2y)\vec{i} + (y+2x)\vec{j}$ при перемещении вдоль прямолинейного отрезка MN . $M(-4,0), N(0,2)$.

8. Найти площадь фигуры, ограниченной данными линиями

$$x^2 - 2x + y^2 = 0, x^2 - 10x + y^2 = 0, y = 0, y = \sqrt{3}x.$$

9. Вычислить тройной интеграл $\iiint_V x dx dy dz$, $V: y = x, y = 0, x = 1, z = x^2 + y^2, z = 0$.

10. Найти объем тела, ограниченного поверхностями

$$x^2 + y^2 = 2\sqrt{2}y, z = x^2 + y^2 - 4, z = 0 (z \geq 0).$$

11. Найти поток векторного поля $\vec{a}$ через часть поверхности S , вырезаемую плоскостями P_1, P_2 (нормаль внешняя к замкнутой поверхности, образуемой данными поверхностями).

$$a = (x - y)i + (x + y)j + z^2k, S: x^2 + y^2 = 4, P_1: z = -2, P_2: z = 2.$$

12. Найти поток векторного поля a через замкнутую поверхность S (нормаль внешняя).

$$a = (5x - 6)i + (11x^2 + 2y)j + (x^2 - 4z)k, S: \begin{cases} x + y + 2z = 2, \\ x = 0, y = 0, z = 0. \end{cases}$$

13. Найти работу силы $F = xi + yj$ при перемещении вдоль прямолинейного отрезка MN . $M(4, 0), N(0, -2)$.

14. Найти циркуляцию векторного поля $a = yi - xj + zk$, вдоль контура

$$\Gamma: \begin{cases} x = \cos t, y = \sin t, \\ z = 3. \end{cases}$$

15. Вычислить интеграл от функции комплексного переменного по заданной кривой

$$\int_L (2z + 1)dz, \quad L: y = x^3, \quad z_A = 0, z_B = 1 + i.$$

16.. Найти радиус сходимости степенного ряда $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{n^3 + n}{(7 + i)^{2n}} z^n$.

17. Разложить в ряд Лорана по степеням z функцию $w = \frac{1}{z^2 - 10z + 24}$ в кольце $4 < |z| < 6$.

18. Доказать, что функция $u(x) = e^{-y} \cos x$ может быть вещественной частью аналитической функции и восстановить эту функцию.

19.. Вычислить интеграл от функции комплексного переменного по заданной кривой

$$\int_{AB} (\operatorname{Im} z^2) |z| dz, \quad AB: |z| = 4, \quad \operatorname{Im} z \geq 0.$$

20. Найти радиус сходимости степенного ряда $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(4 - i)^{3n}}{6^n} z^n$.

21. Разложить в ряд Лорана по степеням z функцию $w = \frac{1}{z^2 - 5z + 4}$ в кольце $1 < |z| < 4$.

22. Вычислить интеграл: $\oint_{|z-1-i|=1,25} \frac{2dz}{z^2(z-1)}.$

23. Вычислить интеграл: $\oint_{|z|=3} \frac{(e^{\frac{1}{z}} + 1)dz}{z}.$

24. Вычислить интеграл $\int_0^{2\pi} \frac{dt}{13 - 12 \cos t}.$

25. Вычислить интеграл $\int_{-\infty}^{+\infty} \frac{dx}{(x^4 + 1)^2}.$

26. Решите систему $\begin{cases} \dot{x} = x + 4y \\ \dot{y} = 2x - y + 9 \end{cases}; x(0) = 1, y(0) = 0.$

27. Найти изолированные особые точки и вычислить вычеты в них $f(z) = \frac{\sin z}{z(z-2)}.$

28. Вычислить интеграл. $\oint_{|z-i|=1,5} \frac{dz}{z(z^2 + 4)}$

29. Операционным методом решить задачу Коши $y'' - y' = t^2, y(0) = 0, y'(0) = 1.$

30. Решите систему с помощью преобразования Лапласа
$$\begin{cases} \dot{x} = -x + 3y + 1; \\ \dot{y} = x + y \end{cases};$$

 $x(0) = 1, y(0) = 2.$

14.3. Краткий терминологический словарь

Асимптота, биекция, бесконечно большая величина, бесконечно малая величина, верхняя (нижняя) грань множества, градиент функции, график функции, дивергенция, дифференциал, дифференциальный бином, граница множества, индукция, индукция математическая, интеграл (несобственный, сходящийся, неопределенный, определенный, двойной, тройной, поверхностный, криволинейный), интеграл Дарбу, интегральная сумма, иррациональное число, касательная прямая и плоскость, квадратуемые и кубическые множества, криволинейные координаты, компакт, кривая (гладкая, спрямляемая, кусочно-гладкая), кривизна, монотонность функции и последовательности, непрерывность, норма, нормаль, область (определения функции), окрестность (проколота), оператор, остаток ряда, отображение, первообразная, последовательность и подпоследовательность, предел, производная, полином, поле (действительных, комплексных) чисел, признак (сходимости, сравнения), принцип вложенных отрезков, прообраз, равномерная непрерывность, радиус сходимости, разрыв (устранимый, неустранимый), ротор, ряд, сумма ряда, сумма Дарбу, точка (максимума, минимума, экстремума, разрыва), функция, экстремум.

15. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. № АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации обучающихся с ОВЗ с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений.

Обучение лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом индивидуальных психофизических особенностей, а для инвалидов также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида.

Для лиц с нарушением слуха возможно предоставление информации визуально (краткий конспект лекций, основная и дополнительная литература), на лекционных и практических занятиях допускается присутствие ассистента, а так же, сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Оценка знаний студентов на практических занятиях осуществляется на основе письменных конспектов ответов на вопросы, письменно выполненных практических заданий.

Доклад так же может быть предоставлен в письменной форме (в виде реферата), при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д.) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.)

С учетом состояния здоровья просмотр кинофильма с последующим анализом может быть проведен дома (например, при необходимости дополнительной звукоусиливающей аппаратуры (наушники)). В таком случае студент предоставляет письменный анализ, соответствующий предъявляемым требованиям.

Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости, время подготовки на зачете может быть увеличено.

Для лиц с нарушением зрения допускается аудиальное предоставление информации (например, с использованием программ-синтезаторов речи), а так же использование на лекциях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т.д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь.

Оценка знаний студентов на семинарских занятиях осуществляется в устной форме (как ответы на вопросы, так и практические задания). При необходимости анализа фильма может быть заменен описанием ситуации межэтнического взаимодействия (на основе опыта респондента, художественной литературы и т.д.), позволяющим оценить степень сформированности навыков владения методами анализа и выявления специфики функционирования и развития психики, позволяющими учитывать влияние этнических факторов. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

Лица с нарушениями опорно-двигательного аппарата не нуждаются в особых формах предоставления учебных материалов. Однако, с учетом состояния здоровья часть занятий может быть реализована дистанционно (при помощи сети «Интернет»). Так, при невозможности посещения лекционного занятия студент может воспользоваться кратким конспектом лекции.

При невозможности посещения практического занятия студент должен предоставить письменный конспект ответов на вопросы, письменно выполненное практическое задание.

Доклад так же может быть предоставлен в письменной форме (в виде реферата), при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.).

Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата проводится на общих основаниях, при необходимости процедура зачета может быть реализована дистанционно (например, при помощи программы Skype).

Для этого по договоренности с преподавателем студент в определенное время выходит на связь для проведения процедуры зачета. В таком случае зачет сдается в виде собеседования по вопросам (см. формы проведения промежуточной аттестации для лиц с нарушениями зрения). Вопрос и практическое задание выбираются самим преподавателем.

Примечание: Фонды оценочных средств, включающие типовые задания и методы оценки, критерии оценивания, позволяющие оценить результаты освоения данной дисциплины обучающимися с ОВЗ могут входить в состав РПД на правах отдельного документа.

Программу составил:

Л.А. Королева
доцент кафедры высшей математики ИОПП
кандидат физико-математических наук

Рецензент:

Н.Э. Клишпонт
доцент кафедры высшей математики ИОПП
кандидат физико-математических наук, доцент

