

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ  
Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Механико-математический факультет

УТВЕРЖДАЮ  
Декан механико-математического факультета  
Захаров А.М.  
" 5 " 2023 г.



Рабочая программа дисциплины

**Математический анализ и ТФКП**

Направление подготовки  
**11.03.04 – Электроника и наноэлектроника**

Профиль подготовки  
**Микро- и наноэлектроника, диагностика нано- и биомедицинских систем**

Квалификация (степень)  
**Бакалавр**

Форма обучения  
Очная

Саратов,  
2023

Статус	ФИО	Подпись	Дата
Преподаватель-разработчик	Тимофеев В.Г.		5.06.23
Председатель НМК	Тышкевич С.В.		5.06.23
Заведующий кафедрой	Терехин П.А.		5.06.23
Специалист Учебного управления			

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Математический анализ и ТФКП» являются:

1. Развитие профессиональных компетенций в области изучения, анализа и применения современных математических теорий по направлению подготовки «11.03.04 Электроника и нанoeлектроника» очной формы обучения и профилю подготовки «Микро- и нанoeлектроника, диагностика нано- и биомедицинских систем» в соответствии с требованием ФГОС ВО.
2. Формирование у обучающихся навыков владения современным математическим аппаратом, а также аппаратом математического моделирования, что позволяет описывать и анализировать широкий класс физических и информационных систем.
3. Приобретение навыков самостоятельного решения практических задач.
4. Формирование базовых математических представлений о системах обработки, систематизации и хранении данных.
5. Формирование навыков применения современных математических теорий математического анализа в научных исследованиях.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Математический анализ и ТФКП» относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана ООП и направлена на формирование у обучающихся общепрофессиональной компетенции. Преподавание дисциплины осуществляется в 1,2,3 семестрах. Общая трудоёмкость дисциплины составляет 12 зачётных единиц.

Для усвоения дисциплины обучаемый должен обладать базовой математической подготовкой и навыками владения современными математическими теориями и вычислительными средствами, иметь представление о математическом моделировании, точных и численных методах решения математических задач и уметь применять их на практике.

Компетенции, сформированные при изучении данной дисциплины, используются при изучении таких дисциплин, как «Электродинамика сплошных сред», «Квантовая теория твёрдого тела», «Физика квантово-размерных структур».

Компетенции, сформированные при изучении данной дисциплины, могут быть полезны при изучении таких дисциплин, как «Математические методы обработки аналого-цифровых сигналов», «Квантовая и оптическая электроника».

## 3. Результаты обучения по дисциплине «Математический анализ и ТФКП»

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора (индикаторов) достижения компетенции	Результаты обучения
<b>ОПК-1.</b> Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	<b>1.1_Б.ОПК-1.</b> Понимает важность применения фундаментальных законов природы и основных физических и математических законов.	<b>Знать:</b> - основные понятия, теоремы основ математического анализа. <b>Уметь:</b> - доказывать основные теоремы; <b>Владеть:</b> - понятийным и формальным математическим аппаратом

		математического анализа.
	<b>2.1_Б.ОПК-1.</b> Аргументированно применяет физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера.	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные понятия основ математического анализа и их применение для решения задач теоретического и прикладного характера.</li> </ul> <p>.</p> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять математический анализ для решения задач теоретического и прикладного характера.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками применения математического анализа в решении задач теоретического и прикладного характера.</li> </ul>
	<b>3.1_Б.ОПК-1.</b> Использует знания физики и математики при решении конкретных задач инженерной деятельности	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы решения задач инженерной деятельности на основе математического анализа.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять методы математического анализа в решении задач инженерной деятельности.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками применения математического анализа в решении задач инженерной деятельности.</li> </ul>

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 12 зачетных единиц, 432 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	семестр	неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоёмкость в часах						Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Формы промежуточной аттестации (по семестрам)	
				лекции	Практические занятия		КСР	СР	Контроль		
					Общая трудоёмкость	Из них: практическая подготовка					
1	2	3	4	5	6		7	8		9	
1.	Раздел 1. Теория вещественного числа, комплексные числа, векторы	1	1-4	6	6				10		Опрос
2.	Раздел 2. Последовательности	1	5-8	8	8				10		Проверка домашнего задания
3.	Раздел 3. Предел функции. Непрерывные функции	1	9-12	10	10				10		Коллоквиум
4.	Раздел 4. Дифференциальное исчисление	1	13-18	10	10				10		Проверка домашнего задания
	<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>1</b>								<b>36</b>	<b>Экзамен, контрольная работа</b>
<b>Итого за 1 семестр – 144ч.</b>				<b>34</b>	<b>34</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>40</b>	<b>36</b>		
5.	Раздел 5. Некоторые применения дифференциального исчисления для исследования функций	2	1-2	4	4				8		Проверка домашнего задания
6.	Раздел 6. Интегральное исчисление для функций одной переменной	2	3-5	8	8				8		Проверка домашнего задания
7.	Раздел 7. Функциональные последовательности и ряды	2	6-8	6	6				8		Коллоквиум, реферат
8.	Раздел 8. Ряды Фурье. Интеграл Фурье	2	9-11	4	4				8		Опрос
9.	Раздел 9. Кратные интегралы	2	12-14	4	4				8		Опрос
10.	Раздел 10. Криволинейные	2	15-16	4	4				8		Проверка домашнего

	интегралы и интегралы по поверхности									задания
	<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>2</b>							<b>36</b>	<b>Экзамен, контрольная работа</b>
<b>Итого за 2 семестр – 144ч.</b>				<b>30</b>	<b>30</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>48</b>	<b>36</b>	
11.	Раздел 11. Поле комплексных чисел	3	1- -2	2	2			13		Проверка домашнего задания
12.	Раздел 12. Аналитические функции и их свойства	3	3- -5	2	2			12		Проверка домашнего задания
13.	Раздел 13. Конформные отображения	3	6- -8	2	4			13		Опрос
14.	Раздел 14. Интеграл от функции комплексного переменного	3	9- -11	2	4			12		Коллоквиум
15.	Раздел 15. Ряды аналитических функций	3	12- -14	4	2			12		Проверка домашнего задания
16.	Раздел 16. Изолированные особые точки. Вычеты и их приложения	3	15- -18	4	4			12		Проверка домашнего задания
	<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>3</b>							<b>36</b>	<b>Экзамен, контрольная работа</b>
<b>Итого за 3 семестр – 144 ч.</b>				<b>16</b>	<b>18</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>74</b>	<b>36</b>	
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>				<b>432 часа</b>						

## Содержание учебной дисциплины

### 1 семестр

#### **Раздел 1. ТЕОРИЯ ВЕЩЕСТВЕННОГО ЧИСЛА, КОМПЛЕКСНЫЕ ЧИСЛА, ВЕКТОРЫ**

Определение вещественного числа. Соответствие между числами и точками прямой. Сравнение вещественных чисел. Точные грани числового множества. Арифметические операции. Степени вещественных чисел. Предельные точки числового множества. Комплексные числа. Векторные пространства. Геометрическая интерпретация векторов.

#### **Раздел 2. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ**

Определение числовых последовательностей и подпоследовательностей. Сходящиеся последовательности. Свойства сходящихся последовательностей. Числовые ряды. Операции над рядами. Последовательности и ряды комплексных чисел и векторов.

#### **Раздел 3. ПРЕДЕЛ ФУНКЦИИ. НЕПРЕРЫВНЫЕ ФУНКЦИИ**

Способы задания функции. Предел функции. Основные свойства предела функции. Непрерывность функции. Некоторые свойства функций, непрерывных на ограниченном замкнутом множестве. Монотонные функции. Элементарные функции.

## **Раздел 4. ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЕ ИСЧИСЛЕНИЕ**

Производная и дифференциал. Свойства производных и дифференциалов для функции одной переменной. Производные элементарных функций. Производные и дифференциалы высших порядков для функций одной переменной. Возрастание и убывание в точке функции одной переменной. Локальный экстремум. Условия дифференцируемости функции нескольких переменных. Дифференцирование сложной функции. Частные производные и дифференциалы высших порядков для функции нескольких переменных. Независимость от порядка дифференцирования. Формула Тейлора. Ряды Тейлора. Комплекснозначные функции и вектор-функции.

### **2 семестр**

## **Раздел 5. НЕКОТОРЫЕ ПРИМЕНЕНИЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО ИСЧИСЛЕНИЯ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ФУНКЦИЙ**

Раскрытие неопределенности. Исследование графика функции. Приближенные методы вычисления корней. Интерполирование. Неявные функции. Зависимые и независимые системы функций. Локальный экстремум функции нескольких переменных. Условный экстремум функции нескольких переменных.

## **Раздел 6. ИНТЕГРАЛЬНОЕ ИСЧИСЛЕНИЕ ДЛЯ ФУНКЦИЙ ОДНОЙ ПЕРЕМЕННОЙ**

Неопределенный интеграл. Определенный интеграл. Суммы Дарбу. Интеграл Дарбу. Условия интегрируемости функций. Основные свойства определенного интеграла. Связь между определенным и неопределенным интегралом. Замена переменной (подстановка) в неопределенном и определенном интеграле. Интегрирование по частям. Интегрирование рациональных функций. Интегралы, сводящиеся заменой переменных к интегралам от рациональных функций. Приближенные формулы для вычисления определенных интегралов.

Несобственные интегралы. Определенный и неопределенный интегралы для комплекснозначных и вектор-функций. Интегралы, зависящие от параметра.

## **Раздел 7. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ И РЯДЫ**

Определение и основные свойства функциональных последовательностей. Почленное интегрирование и дифференцирование функциональных последовательностей. Функциональные ряды. Теорема Арцела. Равномерное приближение заданной функции полиномами. Функциональные последовательности комплекснозначных функций и вектор-функций.

## **Раздел 8. РЯДЫ ФУРЬЕ. ИНТЕГРАЛ ФУРЬЕ**

Сходимость в среднем. Ряд Фурье. Сходимость ряда Фурье в точке. Оценка остатка ряда Фурье. Явление Гиббса. Интеграл Фурье.

## **Раздел 9. КРАТНЫЕ ИНТЕГРАЛЫ**

Измеримые множества по Жордану. Понятие кратного интеграла по Риману. Верхние и нижние суммы Дарбу. Условия интегрируемости функций. Основные свойства кратного интеграла. Приведение кратных интегралов к повторным. Замена переменных в кратном интеграле.

## **Раздел 10. КРИВОЛИНЕЙНЫЕ ИНТЕГРАЛЫ И ИНТЕГРАЛЫ ПО ПОВЕРХНОСТИ**

Кривая в  $m$ -мерном пространстве. Криволинейные интегралы. Гладкая поверхность. Площадь поверхности. Поверхностные интегралы I и II рода. Формула Гаусса-Остроградского. Формула Стокса. Элементы векторного анализа.

### **3 семестр**

## **Раздел 11. ПОЛЕ КОМПЛЕКСНЫХ ЧИСЕЛ**

Комплексные числа и операции над ними. Геометрическое изображение числа. Формы записи комплексного числа. Понятие модуля, аргумента, сопряжения числа. Свойства. Геометрическая интерпретация. Формулы Муавра.

## **Раздел 12. АНАЛИТИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ И ИХ СВОЙСТВА**

Предел и непрерывность функций комплексного переменного. Дифференцируемость функции комплексного переменного. Необходимое и достаточное условия дифференцируемости, условия Коши – Римана. Аналитические функции. Гармонические функции и их связь с аналитическими. Геометрический смысл аргумента и модуля производной.

## **Раздел 13. КОНФОРМНЫЕ ОТОБРАЖЕНИЯ**

Элементарные функции и их свойства. Понятие конформного отображения. Отображения 1 и 2 рода. Критерий конформности.

## **Раздел 14. ИНТЕГРАЛ ОТ ФУНКЦИИ КОМПЛЕКСНОГО ПЕРЕМЕННОГО**

Интеграл от функции комплексного переменного. Условия существования. Свойства. Интегральная теорема Коши. Интеграл Коши. Интегральная формула Коши. Теорема о среднем. Теорема Мореры.

## **Раздел 15. РЯДЫ АНАЛИТИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ**

Степенные ряды. Теорема об аналитичности суммы степенного ряда. Бесконечная дифференцируемость аналитической функции. Ряд Тейлора. Теорема о разложении аналитической в области функции в ряд Тейлора. Неравенства Коши оценки коэффициентов ряда Тейлора. Ряд Лорана и его область сходимости. Теорема о разложении функции, аналитической в кольце в ряд Лорана. Неравенства Лорана оценки коэффициентов ряда Лорана.

## **Раздел 16. ИЗОЛИРОВАННЫЕ ОСОБЫЕ ТОЧКИ. ВЫЧЕТЫ И ИХ ПРИЛОЖЕНИЯ.**

Понятие правильной и особой, изолированной особой точек. Классификация изолированных особых точек. Вычет в конечной изолированной особой точке. Вычеты в бесконечности. Способы вычисления вычетов. Основная теорема о вычетах. Логарифмический вычет. Приложение вычетов к вычислению интегралов.

## **5. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины**

При реализации различных видов учебной работы (лекции, практические занятия, самостоятельная работа) используются следующие современные образовательные технологии:

- Лекционно – семинарско – зачетная система обучения;
- Информационно – коммуникационные технологии;
- Проектные методы обучения;
- Исследовательские методы в обучении;
- Проблемное обучение.

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки «Электроника и наноэлектроника» реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерные симуляции, разбор конкретных ситуаций, работа над проектами) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Эффективность применения интерактивных форм обучения обеспечивается реализацией следующих условий:

- создание диалогического пространства в организации учебного процесса;
- использование принципов социально – психологического обучения в учебной и внеучебной деятельности;



- мониторинг личностных особенностей и профессиональной направленности студентов;
- формирование психологической готовности преподавателей к использованию интерактивных форм обучения, направленных на развитие внутренней активности студентов;

Использование интерактивных форм и методов обучения направлено на достижение ряда важнейших образовательных целей:

- стимулирование мотивации и интереса в области анализа сложных систем и обработки данных и в общеобразовательном, общекультурном и профессиональном плане;
- повышение уровня активности и самостоятельности обучаемых;
- развитие навыков анализа, критичности мышления, взаимодействия, коммуникации;
  - саморазвитие и развитие обучаемых благодаря активизации мыслительной деятельности и диалогическому взаимодействию с преподавателем и другими участниками образовательного процесса.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определяется главной целью (миссией) программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием конкретных дисциплин, и в целом в учебном процессе они должны составлять не менее 30% аудиторных занятий. Занятия лекционного типа для соответствующих групп студентов не могут составлять более 50% аудиторных занятий.

### **Особенности проведения занятий для граждан с ОВЗ и инвалидностью**

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидностью используются подходы, способствующие созданию безбарьерной образовательной среды: технологии дифференциации и индивидуализации обучения, применение соответствующих методик по работе с инвалидами, использование средств дистанционного общения.

Для студентов с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены следующие формы организации учебного процесса и контроля знаний:

*- для слабовидящих:*

обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;

для выполнения контрольных заданий при необходимости предоставляется увеличивающее устройство;

задания для выполнения, а также инструкция о порядке выполнения контрольных заданий оформляются увеличенным шрифтом (размер 16-20);

*- для глухих и слабослышащих:*

обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости студентам предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;

*- для лиц с тяжелыми нарушениями речи, глухих, слабослышащих* все контрольные задания по желанию студентов могут проводиться в письменной форме.

Основной формой организации учебного процесса является интегрированное обучение инвалидов, т.е. все студенты обучаются в смешанных группах, имеют возможность постоянно общаться со сверстниками, легче адаптируются в социуме

## **6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

**А.** Важную роль при освоении дисциплины «Математический анализ и теория функций комплексного переменного» играет самостоятельная работа студентов. Самостоятельная работа способствует:

- углублению и расширению знаний;
- формированию интереса к познавательной деятельности;
- овладению приёмами процесса познания;
- развитию познавательных способностей.



Самостоятельная работа студентов имеет главную цель – обеспечение качества подготовки выпускаемых специалистов в соответствии с требованиями основной образовательной программы по направлению подготовки «Инфокоммуникационные технологии и системы связи».

К самостоятельной работе относятся:

- самостоятельная работа на аудиторных занятиях (лекциях, семинарах, коллоквиумах, практических занятиях);
- внеаудиторная самостоятельная работа.

В процессе обучения предусмотрены следующие виды самостоятельной работы обучающегося:

- Работа с конспектами лекций;
- Проработка пройденных лекционных материалов по конспекту лекций, учебникам и пособиям в соответствии с вопросами, предложенными преподавателем;
- Написание рефератов по отдельным разделам дисциплины;
- Подготовка научных докладов и творческих работ;
- Проработка дополнительных тем, не вошедших в лекции, но обязательных согласно учебной программе дисциплины;
- Самостоятельное решение сформулированных задач по основным разделам курса;
- Подготовка к практическим и семинарским занятиям;
- Изучение рекомендуемой преподавателем литературы;
- Подготовка к текущему и промежуточному контролю знаний;

В целях фиксации результатов самостоятельной работы студентов по дисциплине проводится аттестация самостоятельной работы студентов. Контроль результатов самостоятельной работы осуществляется преподавателем в течение всего семестра и завершается в период зачётной и экзаменационной сессии перед аттестацией учебной работы студентов по дисциплине.

При освоении дисциплины могут быть использованы следующие формы контроля самостоятельной работы:

- устный опрос;
- реферат;
- проверка домашнего задания;
- коллоквиум;
- другие по выбору преподавателя.

Студент организует самостоятельную работу в соответствии с рабочим учебным планом и графиком, рекомендованным преподавателем. Студент должен выполнить объём самостоятельной работы, предусмотренный рабочим учебным планом, максимально используя возможности индивидуального, творческого и научного потенциала для освоения образовательной программы в целом. Самостоятельная работа должна носить репродуктивный, исследовательский и поисковый характер. Работа, носящая репродуктивный характер, предполагает, что в процессе работы студенты пользуются методическими материалами и пособиями, в которых указывается последовательность изучения материала, обращается внимание на особенности изучения отдельных тем и разделов.

Самостоятельная работа, носящая исследовательский и поисковый характер, нацеливает студентов на самостоятельный выбор способов выполнения работы, на развитие у них навыков творческого мышления, инновационных методов решения поставленных задач.

При выполнении самостоятельной работы студент должен:

1. Внимательно изучить материал, характеризующий курс и тематику самостоятельного изучения, что позволит чётко представить и круг изучаемых тем, и глубину их постижения.
2. Составить подборку литературы, достаточную для изучения предлагаемых тем, поскольку существует рекомендуемый преподавателем список литературы. Они носят рекомендательный характер, что означает, что всегда есть литература, не вошедшая в данный список, но необходимая для освоения темы. При этом следует иметь в виду, что нужна литература разных типов:

- учебники, учебные и учебно – методические пособия;
  - первоисточники, к которым относятся оригинальные работы исследователей, разрабатывающих проблемы;
  - монографии, сборники научных статей, публикации в журналах, любой эмпирический материал;
  - справочная литература – энциклопедии, тематические и терминологические справочники, раскрывающие категории и понятия изучаемой дисциплины.
3. Основное содержание той или иной проблемы следует уяснить, изучая учебную литературу. Работа с учебником требует постоянного уточнения сущности и содержания категорий посредством обращения к энциклопедическим словарям и справочникам.
4. Большинство проблем носит не только творческий характер, но самым непосредственным образом связано с практикой социального развития общества. Это предполагает наличие у студентов не только знания категорий и понятий, но и умения использовать их в качестве инструмента для социальных проблем. Студент должен совершать собственные интеллектуальные усилия, а не только механически заучивать понятия и постулаты.
5. Умение достигать аналитического знания жизненных закономерностей предполагает у студента наличие мировоззренческой культуры. Формулирование выводов происходит, прежде всего, в процессе творческой дискуссии, проходящей с соблюдением методологических требований к научному познанию.

Темы рефератов:

- Геометрические и механические приложения определенного интеграла;
- Абсолютно и условно сходящиеся числовые ряды;
- Степенные ряды. Их свойства, применение в задачах вычислительной и компьютерной математики.
- Вычеты как способ вычисления несобственных интегралов.

## **План самостоятельной работы студентов**

### **Раздел 1. Теория вещественного числа, комплексные числа, векторы**

Студенты должны познакомиться дополнительно с теориями вещественного числа Кантора и алгебраической. Сопоставить введение порядковых и арифметических операций в этих теориях. Доказать самостоятельно свойства верхних и нижних граней числового множества. Разобрать различие и сходство определений окрестности, открытых множеств, арифметических операций в пространствах векторов и на комплексной плоскости.

#### **Раздел 2. Последовательности.**

Студенты должны разобрать связи между сходимостью и ограниченностью числовых последовательностей и подпоследовательностью. Доказать самостоятельно ряд предложенных замечательных пределов. Перенести введенные понятия для вещественной прямой на последовательности и ряды комплексных чисел и векторов. Изучить связь сходимости комплексных чисел со сходимостью последовательностей их вещественных и мнимых частей.

#### **Раздел 3. Предел функции. Непрерывные функции**

Доказать самостоятельно связь односторонних пределов функции в точке с пределом функции в точке и связь предела функции многих переменных в данном направлении с пределом функции. Изучить операции над символами Ландау. Отработать классификацию точек разрыва на функциях различных типов. Разобрать связь между равномерной непрерывностью и непрерывностью функций на множестве. Доказать самостоятельно замечательные пределы.

#### **Раздел 4. Дифференциальное исчисление**

Следуя определениям и теоремам о свойствах дифференцируемых функций, студенты должны самостоятельно вывести основные табличные производные. Отработать задачи на геометрический смысл производной и дифференциала. Разобрать причины

различия связи между дифференцируемостью и существованием производной для функций одной и многих переменных. Разобрать на примерах понятие односторонних производных и производных по направлению. Доказать самостоятельно формулу Лейбница и вывести ряд формул производной любого порядка некоторых элементарных функций. Рассмотреть различные виды остаточного члена формулы Тейлора.

### **Раздел 5. Некоторые применения дифференциального исчисления для исследования функций**

Отработать применение правила Лопиталя. Провести исследование графика предложенной функции. Использовать приближенные методы вычисления корней для решения уравнений. Построить по данной таблице интерполяционный многочлен Лагранжа и оценить его погрешность.

### **Раздел 6. Интегральное исчисление для функций одной переменной**

Изучить недостатки интеграла Ньютона-Лейбница. Разобрать интегрирование рациональных, иррациональных и тригонометрических функций. Интегралы, сводящиеся к интегралам от рациональных функций. Приближенные формулы для вычисления определенных интегралов. Разобрать признаки сходимости несобственных интегралов для интегралов различных типов. Определенный и неопределенный интегралы для комплекснозначных и вектор-функций.

### **Раздел 7. Функциональные последовательности и ряды**

Изучить дополнительные признаки сходимости числовых рядов – Жаме, Жуковского и др. Изучить дополнительные признаки сходимости функциональных рядов. Теорема Арцела для функциональных последовательностей комплекснозначных функций и вектор-функций. Функциональные ряды комплекснозначных функций и вектор-функций.

### **Раздел 8. Ряды Фурье. Интегралы Фурье**

Студенты должны изучить дополнительно свойства ряда Фурье, ряды Фурье по различным системам ортонормированных функций. Разобрать дискретное преобразование Фурье и его свойства.

### **Раздел 9. Кратные интегралы**

Замена переменных в кратном интеграле: переход к цилиндрическим и сферическим координатам.

### **Раздел 10. Криволинейные и интегралы по поверхности**

Студенты должны изучить физический смысл криволинейных и поверхностных интегралов.

### **Раздел 11. Поле комплексных чисел**

Комплексные числа, действия над ними. Их геометрическое изображение на плоскости и сфере. Бесконечно удаленная точка.

### **Раздел 12. Аналитические функции и их свойства**

Аналитическая функция. Её вещественная и мнимая части как сопряжённые гармонические функции.

### **Раздел 13. Конформные отображения**

Приложение аналитических функций к решению прикладных задач.

### **Раздел 14. Интеграл от функции комплексного переменного**

Связь интеграла от функции комплексного переменного с криволинейными интегралами

### **Раздел 15. Ряды аналитических функций**

Ряды с комплексными членами.

### **Раздел 16. Изолированные особые точки, вычеты и их приложения**

Характер поведения функции в окрестности изолированной особой точки. Связь между нулём и полюсом

**Б.** Работа студента на практических занятиях оценивается преподавателем, ведущим эти занятия.

### **Примерный план практических занятий**

1. Метод ММИ.
2. Точные верхние и нижние грани множества.
3. Предел последовательности.
4. Критерий Коши. Верхний и нижний пределы последовательности.
5. Вычисление пределов, замечательные пределы.
6. Исследование сходимости знакопостоянных числовых рядов.
7. Исследование сходимости знакопеременных числовых рядов.
8. Предел функции.
9. Непрерывность функции.
10. Производная и дифференциал.
11. Производные особо заданных функций.
12. Частные производные.
13. Частные производные и дифференциалы сложных и неявных функций.
14. Построение графиков функций.
15. Правило Лопиталю.
16. Формула Тейлора.
17. Замена переменных в дифференциальных выражениях.
18. Локальный экстремум.
19. Условный экстремум.
20. Нахождение первообразных.
21. Нахождение первообразных.
22. Нахождение первообразных.
23. Вычисление определенных интегралов.
24. Геометрический смысл определенного интеграла
25. Области сходимости функциональных рядов.
26. Степенные ряды.
27. Разложение в ряды Тейлора.
28. Разложение функций в ряд Фурье.
29. Вычисление кратных интегралов в декартовых координатах.
30. Вычисление кратных интегралов в полярных координатах.
31. Криволинейные интегралы.
32. Поверхностные интегралы.
33. Операции с комплексными числами. Формула Муавра.
34. Дифференцируемость в комплексном смысле.
35. Элементарные функции комплексного переменного и отображения.
36. Элементарные функции комплексного переменного и отображения.
37. Интеграл от комплекснозначных функций
38. Интеграл от комплексных функций
39. Разложение в ряд Лорана.
40. Изолированные особые точки
41. Вычисление вычетов

**В.** Формой промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины по данному курсу является *экзамен*, который проводится в форме беседы с преподавателем и сопровождается решением практических задач. Экзаменационная оценка выставляется по итогам практических занятий и по итогам собеседования с экзаменатором.

При этом оценка «отлично» выставляется в случае полного развёрнутого ответа по заданным вопросам, если ответы содержат элементы творческого осмысления изученного материала. Оценка «хорошо» ставится в случае, если студент уверенно владеет излагаемым материалом, но испытывает определённые трудности в применении знаний при решении конкретных, не рассматриваемых на практических занятиях, задач. Оценка «удовлетворительно» выставляется в случае формального владения студентом излагаемым материалом. При этом основные понятия, категории и определения

дисциплины студент обязан уверенно знать. В остальных случаях ставится оценка «неудовлетворительно».

## Список вопросов к экзамену

### 1 семестр

- Определение вещественного числа. Соответствие между числами и точками прямой. Сравнение вещественных чисел.
- Точные грани числового множества. Теорема о существовании верхней грани.
- Арифметические операции над вещественными числами. Степени вещественных чисел.
- Предельные точки числового множества. Теорема Больцано – Вейерштрасса.
- Комплексные числа. Модуль, аргумент комплексного числа. Свойства модуля.
- Векторные пространства. Неравенство Коши – Буняковского. Норма вектора, свойства нормы.
- Определение числовых последовательностей и подпоследовательностей. Сходящиеся последовательности. Частичные пределы. Условие существования частичных пределов.
- Свойства сходящихся последовательностей.
- Критерий Коши.
- Числовые ряды. Сходимость числового ряда. Критерий Коши сходимости числовых рядов. Необходимое условие сходимости ряда.
- Абсолютная и условная сходимость. Признаки абсолютной сходимости ряда. Признак Лейбница
- Последовательности комплексных чисел и векторов. Связь сходимости комплексных чисел со сходимостью последовательностей вещественных чисел.
- Определение предела функции в точке по Коши и по Гейне. Теорема об эквивалентности определений предела Коши и Гейне.
- Критерий Коши существования предела функции в точке.
- Односторонние пределы. Предел функции многих переменных в данном направлении. Связь односторонних пределов с пределом функции в точке.
- Порядок роста, порядок малости функции и их свойства.
- Свойства предела функции.
- Определение непрерывной в точке функции. Точка разрыва. Классификация точек разрыва. Свойства функций непрерывных в точке.
- Определение равномерно непрерывной на множестве функции. Теорема о функции непрерывной на ограниченном замкнутом множестве.
- Теорема о промежуточных значениях непрерывной на сегменте функции.
- Монотонные функции. Свойства монотонных функций.
- Определение производной функции в точке. Определение дифференцируемости функции в точке. Связь производной и дифференцируемости, дифференцируемости и непрерывности.
- Свойства производных и дифференциалов для функции одной переменной.
- Производные и дифференциалы высших порядков для функций одной переменной.

### 2 семестр

- Возрастание и убывание в точке функции одной переменной. Локальный экстремум.
- Условия дифференцируемости функции нескольких переменных.
- Дифференцирование сложной функции.
- Частные производные и дифференциалы высших порядков для функции нескольких переменных. Независимость от порядка дифференцирования.
- Формула Тейлора.
- Правило Лопиталю.
- Исследование графика функции.
- Неявные функции.

- Локальный экстремум функции нескольких переменных.
- Условный экстремум функции нескольких переменных.
- Неопределенный интеграл и его свойства. Определенный интеграл.
- Суммы Дарбу. Интегралы Дарбу. Условия интегрируемости функций.
- Основные свойства определенного интеграла.
- Связь между определенным и неопределенным интегралом. Замена переменной (подстановка) в неопределенном и определенном интеграле. Интегрирование по частям.
- Несобственные интегралы. Признаки сходимости.
- Интегралы, зависящие от параметров. Непрерывность интеграла, зависящего от параметров.
- Дифференцирование интеграла, зависящего от параметра (3 случая).
- Интегрирование интеграла по параметру.
- Несобственный интеграл, зависящий от параметра. Сходимость. Равномерная сходимость. Критерий Коши равномерной сходимости.
- Непрерывность и дифференцирование несобственного интеграла, зависящего от параметра
- Интегрирование несобственного интеграла по параметру.
- Определение и основные свойства функциональных последовательностей.
- Почленное интегрирование и дифференцирование функциональных последовательностей.
- Функциональные ряды. Теорема Арцела.
- Степенные ряды. Теорема Коши-Адамара.
- Приближение заданной функции с помощью дельтообразных последовательностей.
- Равномерное приближение заданной функции полиномами. (2 теоремы Вейерштрасса).
- Функциональные последовательности комплекснозначных функций и вектор-функций.
- Сходимость в среднем. Приближение заданной функции с помощью непрерывной.
- Ряд Фурье.
- Сходимость ряда Фурье в точке.
- Оценка остатка ряда Фурье.
- Интеграл Фурье.
- Измеримые множества (по Жордану).
- Понятие кратного интеграла (по Риману). Верхние и нижние суммы Дарбу и их свойства.
- Условия интегрируемости функций.
- Основные свойства кратного интеграла.
- Приведение кратных интегралов к повторным.
- Замена переменных в кратном интеграле.
- Кривая в  $m$ -мерном пространстве. Криволинейные интегралы.
- Гладкая поверхность. Площадь поверхности.
- Поверхностные интегралы I и II рода.
- Формула Гаусса-Остроградского.
- Формула Стокса.

### 3 семестр

- Комплексные числа и операции над ними.
- Предел и непрерывность функций комплексного переменного.
- Дифференцируемость функции комплексного переменного. Необходимое и достаточное условия дифференцируемости, условия Коши – Римана.
- Геометрический смысл аргумента и модуля производной.
- Элементарные функции и их свойства.
- Понятие конформного отображения.
- Дробно – линейная функция.

- Степенная функция.
- Функция Жуковского.
- Показательная функция.
- Интеграл от функции комплексного переменного.
- Интегральная теорема Коши.
- Интегральная формула Коши.
- Теорема об аналитичности суммы степенного ряда.
- Бесконечная дифференцируемость аналитической функции.
- Теорема Лиувилля.
- Теорема единственности аналитической функции.
- Ряд Лорана и его область сходимости.
- Классификация изолированных особых точек.
- Вычет в конечной изолированной особой точке.
- Способы вычисления вычетов.
- Основная теорема о вычетах.
- Логарифмический вычет.
- Принцип аргумента.
- Теорема Руше.
- Основная теорема алгебры.

### 7. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС

В 1-3 семестрах предусмотрена аттестация «экзамен».

#### ДЛЯ АТТЕСТАЦИИ «ЭКЗАМЕН»

Таблица 1.1 Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Семестр	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Автоматизированное тестирование	Другие виды учебной деятельности	Промежуточная аттестация	Итого
1	10	0	15	10	0	25	40	<b>100</b>
2	10	0	15	10	0	25	40	<b>100</b>
3	10	0	15	10	0	25	40	<b>100</b>

#### Программа оценивания учебной деятельности студента

##### 1-3 семестры

##### Лекции – от 0 до 10 баллов

Посещение лекционных занятий.

Критерии оценки:

- менее 25% – 0 баллов;
- от 25% до 50% – 2 баллов;
- от 51% до 75% – 4 баллов;
- от 76% до 100% – 10 баллов.

##### Лабораторные занятия

Не предусмотрены.

##### Практические занятия – от 0 до 15 баллов

Продемонстрированное умение решать стандартные задачи – 15 баллов



### Критерии оценки:

- менее 25% – 0 баллов;
- от 25% до 50% – 5 баллов;
- от 51% до 75% – 10 баллов;
- от 76% до 100% – 15 баллов.

### **Самостоятельная работа – от 0 до 10 баллов**

Выполнение индивидуальных заданий, контрольной работы от 0 до 10 баллов

#### Критерии оценки:

- менее 25% – 0 баллов;
- от 25% до 50% – 2 баллов;
- от 51% до 75% – 4 баллов;
- от 76% до 100% – 10 баллов.

### **Автоматизированное тестирование**

Не предусмотрено.

### **Другие виды учебной деятельности – от 0 до 25 баллов**

Виды учебной деятельности: коллоквиум, опросы – от 0 до 25 баллов.

**20-25 баллов** – ответ на «отлично»

**12-19 баллов** – ответ на «хорошо»

**8-11 баллов** – ответ на «удовлетворительно»

**0-7 баллов** – неудовлетворительный ответ.

### **Промежуточная аттестация – экзамен – от 0 до 40 баллов**

**36-40 баллов** – ответ на «отлично»

**27-35 баллов** – ответ на «хорошо»

**22-26 баллов** – ответ на «удовлетворительно»

**0-21 баллов** – неудовлетворительный ответ.

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за каждый (1, 2, 3) семестр по дисциплине «Математический анализ и ТФКП» составляет **100** баллов.

**Таблица 2.2** Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов по дисциплине «Математический анализ и ТФКП» в оценку (экзамен):

90 баллов и более	«отлично»
80-89 баллов	«хорошо»
65-79 баллов	«удовлетворительно»
0-64 баллов	«неудовлетворительно»

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### а) литература:

1. Б.П.Демидович. Сборник задач и упражнений по математическому анализу. М. : АСТ : Астрель, 2010.
2. Л.Д.Кудрявцев. Краткий курс математического анализа. Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2009 –Т.1 . - ISBN 978-5-9221-0183-7.
3. А.Ф.Бермант, И.Г.Араманович Краткий курс математического анализа. "Лань"Издательство: 2010. 16-е изд. 736. 978-5-8114-0499-5ISBN: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=2660](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2660)

### б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. А.Ф.Бермант, И.Г.Араманович Краткий курс математического анализа. "Лань"Издательство: 2010. 16-е изд. 736. 978-5-8114-0499-5ISBN: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=2660](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2660)

### *Интернет-ресурсы:*

1. <file:///C:/Users/dekanat/Downloads/1038.pdf>
2. <file:///C:/Users/dekanat/Downloads/1041.pdf>
3. <http://bookre.org>

### *Лицензионное программное обеспечение:*

1. операционная система Windows 7, или более поздняя версия
2. Microsoft Office Word,
3. Microsoft Office Exel,
4. Microsoft Office PowerPoint.

## **9. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Лекционная аудитория с возможностью демонстрации электронных презентаций при уровне освещения, достаточном для работы с конспектом

Программа разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника» очной формы обучения профиль подготовки «Микро- и наноэлектроника, диагностика нано- и биомедицинских систем»

Автор

кандидат физико-математических наук, доцент В. Г. Тимофеев

Программа актуализирована на заседании кафедры математического анализа **протокол № 29 от 5 июня 2023г.**

**Список рекомендуемой литературы**

1. *В.А.Ильин, В.А.Садовничий, Бл.Х.Сендов.* Математический анализ т.1-2, М. : Проспект : Изд-во Моск. ун-та, 2004.
2. *Свешников А.Г., Тихонов А.Н.* Теория функций комплексной переменной. . - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2004.
3. *Шабунин М.И., Половинкин Е.С., Карлов М.И.* Сборник задач по теории функций комплексного переменного. – М.: Бином, 2010. - 362 с. - ISBN 978-5-94774-330-2