

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт физики



УТВЕРЖДАЮ

Проректор
по образовательной деятельности КФУ
Проф. Таюрский Д.А.

"__" _____ 20__ г.

Программа дисциплины

Теория функции комплексного переменного Б1.В.ОД.1

Направление подготовки: 28.03.01 - Нанотехнологии и микросистемная техника

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Попов В.А.

Рецензент(ы):

Даишев Р.А.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Сушков С. В.

Протокол заседания кафедры No ____ от "____" _____ 201__ г

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК No ____ от "____" _____ 201__ г

Регистрационный No

Казань
2019

Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Попов В.А. Кафедра теории относительности и гравитации Отделение физики, Vladimir.Popov@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины "Теория функций комплексного переменного" является изучение свойств комплексных чисел, функций комплексного переменного, методов комплексного анализа, используемых для решения задач математической физики, электротехники, теории колебаний и т.д.

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ОД.1 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника и относится к обязательным дисциплинам. Осваивается на 2 курсе, 4 семестр.

Дисциплина "Теория функций комплексного переменного" относится к вариативной части математического и естественнонаучного цикла (С.2.В.1), изучается в течение 4-го семестра. Для освоения курса "Теория функций комплексного переменного" необходимы знания дисциплин "Математический анализ", "Аналитическая геометрия". Освоение курса необходимо для дальнейшего изучения дисциплин по специальности.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-11 (общекультурные компетенции)	способностью собирать, обобщать и интерпретировать с использованием современных информационных технологий информацию, необходимую для формирования суждений по соответствующим специальным, научным, социальным и этическим проблемам
ОК-12 (общекультурные компетенции)	способностью к правильному использованию общенаучной и специальной терминологии
ОК-8 (общекультурные компетенции)	способностью к овладению базовыми знаниями в области математики и естественных наук, их использованию в профессиональной деятельности
ОК-9 (общекультурные компетенции)	способностью к овладению базовыми знаниями в области гуманитарных и экономических наук, их использованию при решении социальных и профессиональных задач
ПК-1 (профессиональные компетенции)	способностью использовать базовые теоретические знания (в том числе по дисциплинам профилизации) для решения профессиональных задач
ПК-2 (профессиональные компетенции)	способностью применять на практике базовые профессиональные навыки

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

основные понятия теории функций комплексного переменного, такие как: комплексные числа, функции комплексного переменного, аналитические функции, ряд Лорана, вычеты, преобразование Лапласа и операционное исчисление; методы интегрирования и дифференцирования функции комплексного переменного, методы операционного исчисления; уметь использовать эти понятия и методы при решении задач, возникающих в теоретической и математической физике.

2. должен уметь:

использовать понятия и методы теории функций комплексного переменного при решении задач, возникающих в теоретической и математической физике.

3. должен владеть:

основными понятиями теории функции комплексного переменного: комплексные числа, функции комплексного переменного, аналитические функции, ряды Лорана, вычеты, преобразование Лапласа;

методами интегрирования и дифференцирования функции комплексного переменного, методами операционного исчисления;

4. должен демонстрировать способность и готовность:

к дальнейшему обучению

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) 108 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 4 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Комплексные числа и действия над ними.	4		2	3	0	Письменное домашнее задание
2.	Тема 2. Функции комплексного переменного.	4		4	9	0	Письменное домашнее задание

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
3.	Тема 3. Интегрирование функций комплексного переменного.	4		2	3	0	Контрольная работа
4.	Тема 4. Ряды Лорана	4		2	3	0	Письменное домашнее задание
5.	Тема 5. Изолированные особые точки. Вычеты	4		4	12	0	Контрольная работа
6.	Тема 6. Операционное исчисление	4		4	6	0	Контрольная работа
	Тема . Итоговая форма контроля	4		0	0	0	Экзамен
	Итого			18	36	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Комплексные числа и действия над ними.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Комплексные числа и действия над ними. Формула Эйлера. Алгебраическая, тригонометрическая и экспоненциальная формы представления комплексного числа. Последовательности комплексных чисел. Предел последовательности. Неограниченная последовательность. Стереографическая проекция, сфера Римана, полная комплексная плоскость. Линии и области на комплексной плоскости.

практическое занятие (3 часа(ов)):

Алгебраическая, тригонометрическая и экспоненциальная формы представления комплексного числа. Нахождение корней алгебраических уравнений. Линии и области на комплексной плоскости.

Тема 2. Функции комплексного переменного.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Определение функции комплексного переменного. Предел функции. Непрерывность. Условия Коши-Римана. Аналитические функции. Гармонические функции. Геометрическая интерпретация производной. Понятие о конформных отображениях. Элементарные функции. Точки разветвления.

практическое занятие (9 часа(ов)):

Условия Коши-Римана. Элементарные функции. Конформные отображения

Тема 3. Интегрирование функций комплексного переменного.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Интеграл от функции комплексного переменного. Интегральная теорема Коши. Формула Ньютона-Лейбница. Интегральная формула Коши. Бесконечная дифференцируемость аналитических функций. Теорема Лиувилля

практическое занятие (3 часа(ов)):

Интегрирование функций комплексного переменного. Интегральная формула Коши.

Тема 4. Ряды Лорана

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Числовые и функциональные ряды. Равномерная сходимость. Степенные ряды. Ряды Тейлора и Лорана. Теорема Лорана.

практическое занятие (3 часа(ов)):

Разложение функций комплексного переменного в ряды Тейлора и Лорана.

Тема 5. Изолированные особые точки. Вычеты

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Классификация изолированных особых точек. Ряды Лорана в окрестности особых точек разных типов. Вычеты. Основная теорема теории вычетов. Вычисление контурных интегралов с помощью вычетов. Вычисление интегралов от тригонометрических функций с помощью вычетов. Лемма Жордана. Вычисление несобственных интегралов с помощью вычетов.

практическое занятие (12 часа(ов)):

Вычеты. Вычисление контурных интегралов с помощью вычетов. Вычисление интегралов от тригонометрических функций с помощью вычетов. Вычисление несобственных интегралов с помощью вычетов

Тема 6. Операционное исчисление

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Прямое и обратное преобразования Лапласа. Свойства преобразования Лапласа. Таблица изображений. Операционный метод решения линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами. Операционный метод решения интегральных уравнений Вольтерра.

практическое занятие (6 часа(ов)):

Преобразования Лапласа. Операционный метод решения линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами. Операционный метод решения интегральных уравнений Вольтерра.

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Комплексные числа и действия над ними.	4		подготовка домашнего задания	4	Письменное домашнее задание
2.	Тема 2. Функции комплексного переменного.	4		подготовка домашнего задания	6	Письменное домашнее задание
3.	Тема 3. Интегрирование функций комплексного переменного.	4		подготовка к контрольной работе	2	Контрольная работа
4.	Тема 4. Ряды Лорана	4		подготовка домашнего задания	2	Письменное домашнее задание
5.	Тема 5. Изолированные особые точки. Вычеты	4		подготовка к контрольной работе	2	Контрольная работа
6.	Тема 6. Операционное исчисление	4		подготовка к контрольной работе	2	Контрольная работа
	Итого				18	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Формы учебной работы: лекции, практические занятия, самостоятельная работа студента (выполнение индивидуальных домашних заданий), консультации.

Проведение лекционных занятий предусматривает использование мультимедийных средств. Материалы курса лекций, список контрольных вопросов, задания для практических занятий и самостоятельной работы, размещены в интернете на сайте Института Физики.

Консультации проводятся в обозначенное в расписании время и в режиме "online".

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

Тема 1. Комплексные числа и действия над ними.

Письменное домашнее задание , примерные вопросы:

Спецификация задания: 1.Выполнить арифметические действия. 2. Извлечение корня. 3. Решение уравнения. 4. Представление числа в тригонометрической форме. 5. представление числа в показательной форме. 6. Возведение в степень. 7. Изобразить множество точек, удовлетворяющих уравнению.

Тема 2. Функции комплексного переменного.

Письменное домашнее задание , примерные вопросы:

Спецификация задания: задачи на вычисление элементарных функций от комплексного переменного; нахождение области аналитичности и дифференцируемости, восстановление аналитической функции по известной мнимой или вещественной части.

Тема 3. Интегрирование функций комплексного переменного.

Контрольная работа , примерные вопросы:

Спецификация задания: вычисление интегралов от функции комплексного переменного, применение интегральной формулы Коши.

Тема 4. Ряды Лорана

Письменное домашнее задание , примерные вопросы:

Спецификация задания: представление функции в области рядом Тейлора или рядом Лорана, нахождения области сходимости полученных разложений.

Тема 5. Изолированные особые точки. Вычеты

Контрольная работа , примерные вопросы:

Спецификация задания: Приложение вычетов к вычислению контурных интегралов, определенных интегралов, содержащих тригонометрические функции, несобственных интегралов.

Тема 6. Операционное исчисление

Контрольная работа , примерные вопросы:

Спецификация задания: Решение уравнений операционным методом: линейных уравнений с постоянными коэффициентами, систем линейных уравнений, интегральных уравнений. Применение операционного исчисления к расчету электрических контуров.

Итоговая форма контроля

экзамен (в 4 семестре)

Примерные вопросы к экзамену:

1. Определение функции комплексного переменного. Открытые и замкнутые области.
2. Комплексная плоскость. Тригонометрическая форма комплексного числа. Возведение в целую степень. Извлечение корня.

3. Комплексные числа и арифметические действия над ними.
4. Составление таблицы изображений и свойства преобразования Лапласа:
 - а) линейность; б) подобие.
5. Дифференцирование функции-оригинала.
6. Возведение в комплексную степень числа e . Логарифм комплексного числа. Возведение в комплексную степень комплексного числа.
7. Дифференцирование изображения и применение этой операции к составлению таблицы изображений.
8. Предел последовательности комплексных чисел. Необходимые и достаточные условия сходимости последовательности.
9. Интегрирование оригинала и изображения.
10. Неограниченная последовательность.
11. Полная комплексная плоскость, сфера Римана.
12. Теорема запаздывания
13. Теорема смещения
14. Функция-оригинал. Преобразование Лапласа или изображение функции-оригинала. Основные теоремы для изображения.
15. Предел функции комплексного переменного.
16. Свертка оригинала.
17. Формула Дюамеля.
18. Непрерывность функции комплексного переменного.
19. Основные теоремы о непрерывных функциях комплексного переменного (без доказательства).
20. Операционный метод решения дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами.
21. Производная и дифференциал функции комплексного переменного. Условия Коши - Римана.
22. Операционный метод решения систем обыкновенных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами.
23. Определение аналитической в области и в точке функции комплексного переменного, связь с гармоническими функциями.
24. Геометрическая интерпретация производной.
25. Конформное отображение (общие принципы).
26. Интеграл от функции комплексного переменного. Интегральная теорема Коши для односвязной области.
27. Дробно-линейное отображение. Функция Жуковского.
28. Первообразная. Формула Ньютона-Лейбница для функции комплексного переменного.
29. Степенная функция. Области однолиственности.
30. Интегральная теорема Коши для многосвязной области.
31. Интегральная формула Коши.
32. Показательная функция. Области однолиственности.
33. Интеграл типа Коши. Существование производной любого порядка для аналитической функции.
34. Элементарные функции $w = \sin z$, $w = \cos z$ и их свойства. Области однолиственности.
35. Ряды с комплексными числами.
36. Функциональные ряды. Определение равномерной сходимости для функционального комплексного ряда.
37. Ветви и точки ветвления для радикала.
38. Признак Вейерштрасса равномерной сходимости ряда.

39. Ветви и точки ветвления для логарифма $w = \text{Ln } z$.
40. Аналитичность суммы функционального ряда.
41. Степенные ряды. Теорема Абеля. Круг сходимости.
42. Приложения теории вычетов к вычислению интегралов.
43. Теорема о сумме степенного ряда. Ряд Тейлора.
44. Теория вычетов. Основные теоремы.
45. Ряд Лорана. Разложение в ряд в кольце.
46. Единственность определения аналитической функции.
47. Изолированные особые точки. Необходимые и достаточные условия их существования.
48. Условия Коши - Римана. Прямая и обратная теорема.

7.1. Основная литература:

Привалов, И.И. Введение в теорию функций комплексного переменного [Электронный ресурс] : учеб. ? Электрон. дан. ? Санкт-Петербург : Лань, 2009. ? 432 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/322>. ? Загл. с экрана.

Курс высшей математики. Теория функций комплексной переменной [Электронный ресурс] : учеб. пособие / И.М. Петрушко [и др.]. ? Электрон. дан. ? Санкт-Петербург : Лань, 2010. ? 368 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/526>. ? Загл. с экрана.

Шабунин, М.И. Сборник задач по теории функций комплексного переменного [Электронный ресурс] : учеб. пособие / М.И. Шабунин, Е.С. Половинкин, М.И. Карлов. ? Электрон. дан. ? Москва : Издательство 'Лаборатория знаний', 2015. ? 365 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/70732>. ? Загл. с экрана.

Шабунин, М.И. Теория функций комплексного переменного [Электронный ресурс] : учеб. пособие / М.И. Шабунин, Ю.В. Сидоров. ? Электрон. дан. ? Москва : Издательство 'Лаборатория знаний', 2016. ? 303 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/84089>. ? Загл. с экрана.

Свешников, А.Г. Теория функций комплексной переменной [Электронный ресурс] : учеб. / А.Г. Свешников, А.Н. Тихонов. ? Электрон. дан. ? Москва : Физматлит, 2010. ? 336 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/48167>. ? Загл. с экрана.

7.2. Дополнительная литература:

Волковиский, Л.И. Сборник задач по теории функций комплексного переменного [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Л.И. Волковиский, Г.Л. Лунц, И.Г. Араманович. ? Электрон. дан. ? Москва : Физматлит, 2006. ? 312 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2763>. ? Загл. с экрана.

Эйдерман, В.Я. Основы теории функций комплексного переменного и операционного исчисления [Электронный ресурс] : учеб. пособие ? Электрон. дан. ? Москва : Физматлит, 2002. ? 256 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2146>. ? Загл. с экрана.

Карасев, И.П. Теория функций комплексного переменного [Электронный ресурс] : учеб. пособие ? Электрон. дан. ? Москва : Физматлит, 2008. ? 216 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2190>. ? Загл. с экрана.

7.3. Интернет-ресурсы:

А.Г.Свешников, А.Н.Тихонов. Теория функций комплексной переменной - old.kpfu.ru/f6/b_files/sveshnikov!492.zip

И.И.Привалов. Введение в теорию функций комплексного переменного - http://old.kpfu.ru/f6/b_files/privalov!493.zip

Сайт кафедры теории относительности и гравитации КФУ - <http://old.kpfu.ru/f6/k6/index.php>

Страница доцента В.А.Попова - <http://old.kpfu.ru/f6/index.php?id=12&idm=0&num=23>

Электронная библиотека мехмата МГУ - <http://lib.mexmat.ru/>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Теория функции комплексного переменного" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "КнигаФонд", доступ к которой предоставлен студентам. Электронно-библиотечная система "КнигаФонд" реализует легальное хранение, распространение и защиту цифрового контента учебно-методической литературы для вузов с условием обязательного соблюдения авторских и смежных прав. КнигаФонд обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям новых ФГОС ВПО.

Учебные аудитории для проведения лекционных и практических занятий.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 28.03.01 "Нанотехнологии и микросистемная техника" и профилю подготовки не предусмотрено .

Автор(ы):

Попов В.А. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Даишев Р.А. _____

"__" _____ 201__ г.