

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное учреждение

высшего профессионального образования

"Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Институт математики и механики им. Н.И. Лобачевского



Программа дисциплины

Теория функций комплексного переменного Б1.В.Од.9

Направление подготовки: 15.03.03 - Прикладная механика

Профиль подготовки: Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Аксентьев Л.А.

Рецензент(ы):

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Насыров С. Р.

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

Учебно-методическая комиссия Института математики и механики им. Н.И. Лобачевского :

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

Регистрационный № 81722416

Казань
2016

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) профессор, д.н. (профессор) Аксентьев Л.А.
Кафедра математического анализа отделение математики , Leonid.Aksentev@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины "Комплексный анализ" является получение базовых знаний по комплексному анализу. В процессе изучения курса студенты усваивают дифференциальные, интегральные и геометрические свойства аналитических функций. Студенты приобретают навыки действий над комплексными числами, представления аналитических функций рядами Тейлора и Лорана, учатся вычислять контурные и различные определенные интегралы с помощью вычетов, строить конформные отображения элементарными функциями и применять их к расчетам плоских полей.

При освоении дисциплины вырабатывается общематематическая культура: умение логически мыслить, проводить доказательства основных утверждений, устанавливать логические связи между понятиями, применять полученные знания для решения задач, связанных с приложениями методов комплексного анализа в механике.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.В.ОД.9 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 15.03.03 Прикладная механика и относится к обязательные дисциплины. Осваивается на 2 курсе, 3 семестр.

Дисциплина входит в базовую часть профессионального цикла Б3, Б5.

Получаемые знания необходимы для понимания и освоения курсов по уравнениям математической физики, по дифференциальным уравнениям, а также курсов по профильным дисциплинам направления механики и математического моделирования.

Слушатели должны владеть знаниями по дисциплинам математический анализ, алгебра.

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-1 (профессиональные компетенции)	Умение на основе анализа увидеть и корректно сформулировать результат

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

представления аналитических функций рядами Тейлора и Лорана, научиться вычислять контурные интегралы и различные определенные интегралы с помощью вычетов;

2. должен уметь:

строить конформные отображения с помощью элементарных функций и применять их к расчетам плоских гидромеханических и электростатических полей;

3. должен владеть:

действиями над комплексными числами, усвоить дифференциальные, интегральные и геометрические свойства аналитических функций.

Владеть действиями над комплексными числами, усвоить дифференциальные, интегральные и геометрические свойства аналитических функций

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных(ые) единиц(ы) 180 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен в 3 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	3	1-2	4	4	0	устный опрос
2.	Тема 2. ФУНКЦИИ КОМПЛЕКСНОГО ПЕРЕМЕННОГО	3	2-3	2	4	0	контрольная работа
3.	Тема 3. КОНФОРМНЫЕ ОТОБРАЖЕНИЯ	3	3-6	8	10	0	устный опрос
4.	Тема 4. ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ КОНФОРМНЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ	3	7	2	4	0	контрольная работа
5.	Тема 5. КОМПЛЕКСНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ПЛОСКОГО ПОЛЯ	3	8-9	4	4	0	устный опрос
6.	Тема 6. ИНТЕГРАЛ ОТ КОМПЛЕКСНОЙ ФУНКЦИИ	3	9	2	4	0	контрольная работа
7.	Тема 7. РЯДЫ	3	10-11	2	8	0	устный опрос
8.	Тема 8. ОСОБЫЕ ТОЧКИ И ВЫЧЕТЫ	3	11-13	2	8	0	контрольная работа
9.	Тема 9. АНАЛИТИЧЕСКОЕ ПРОДОЛЖЕНИЕ	3	13-14	2	2	0	устный опрос
10.	Тема 10. ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ	3	14-18	6	6	0	

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 . Итоговая форма контроля	3		0	0	0	экзамен
	Итого			34	54	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. КОМПЛЕКСНЫЕ ЧИСЛА

лекционное занятие (4 часа(ов)):

КОМПЛЕКСНЫЕ ЧИСЛА Комплексное число, его изображение на плоскости, модуль и аргумент комплексного числа. Действия с комплексными числами. Сфера комплексных чисел. Стереографическая проекция и бесконечно удаленная точка. Линии и области на комплексной плоскости. Комплексные последовательности и ряды.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Операции с комплексными числами. Геометрическая интерпретация этих операций.

Тема 2. ФУНКЦИИ КОМПЛЕКСНОГО ПЕРЕМЕННОГО

лекционное занятие (2 часа(ов)):

ФУНКЦИИ КОМПЛЕКСНОГО ПЕРЕМЕННОГО Определение элементарных функций на комплексной плоскости. Функциональные понятия: функция, ее действительная и мнимая части, предел функции, непрерывность, дифференцируемость по комплексному переменному. Условия Коши-Римана. Аналитические (регулярные) функции. Сопряженные гармонические функции. Восстановление регулярной функции по вещественной или мнимой ее части .

практическое занятие (4 часа(ов)):

Построение регулярной функции по её вещественной или мнимой частям. Применения условия Коши-Римана.

Тема 3. КОНФОРМНЫЕ ОТОБРАЖЕНИЯ

лекционное занятие (8 часа(ов)):

Преобразование, производимое линейной функцией. Основная характеристика конформного преобразования. Геометрический смысл модуля и аргумента производной. Преобразование посредством дробно-линейной функции. Круговое свойство дробно-линейной функции. Свойство инвариантности ангармонического отношения при дробно-линейном преобразовании и его применение. Свойство симметрии дробно-линейной функции с доказательством леммы о симметричных точках. Примеры на применение кругового свойства и свойства симметрии с использованием точек, симметричных относительно двух окружностей. Преобразования, которые производят степенная функция, показательная и логарифмическая функции, функция Жуковского и обратная к ней. Тригонометрические, гиперболические функции и обратные к ним..

практическое занятие (10 часа(ов)):

Конформные отображения, которые производят элементарные функции. Применения свойств дробно-линейных функций.

Тема 4. ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ КОНФОРМНЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ

лекционное занятие (2 часа(ов)):

ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ КОНФОРМНЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ Понятия о теореме Римана и о соответствии границ при конформном отображении, принцип сохранения области, критерий локальной однолистности, области однолистности элементарных функций. Римановы поверхности для элементарных функций. Точки ветвления и регулярные ветви. Характер неконформного преобразования в малом. Локальная и глобальная структура римановой поверхности.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Конкретные применения теоремы Римана. Примеры римановых поверхностей и области определения многозначных функций

Тема 5. КОМПЛЕКСНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ПЛОСКОГО ПОЛЯ

лекционное занятие (4 часа(ов)):

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ПЛОСКОГО ПОЛЯ Определение комплексного потенциала и его связь с геометрическими преобразованиями. Гидромеханический смысл особых точек аналитических (регулярных) функций.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Примеры расчетов плоских полей: обтекание выступа, полное обтекание круга, обтекание профиля крыла и формулировка теоремы о подъемной силе, течения в канале и в кольцевой области. Другие виды плоских полей.

Тема 6. ИНТЕГРАЛ ОТ КОМПЛЕКСНОЙ ФУНКЦИИ

лекционное занятие (2 часа(ов)):

ИНТЕГРАЛ ОТ КОМПЛЕКСНОЙ ФУНКЦИИ Определение интеграла и его свойства.

Интегральная теорема Коши для простого и составного контуров. Интегральная формула Коши. Интеграл типа Коши. Существование производных любого порядка у регулярных функций. Теорема о среднем и принцип максимума модуля. Теорема Мореры. Первообразная, формула Ньютона-Лейбница. Теорема Лиувилля

практическое занятие (4 часа(ов)):

Таблица интегралов элементарных функций. Вычисление конкретных интегралов.

Тема 7. РЯДЫ

лекционное занятие (2 часа(ов)):

РЯДЫ Равномерная сходимость функционального ряда. Признак равномерной сходимости. Аналоги теорем о равномерно сходящихся рядах из вещественного анализа. Теорема Вейерштрасса. Степенные ряды. Теорема Абеля и круг сходимости. Единственность разложения функции в степенной ряд.

практическое занятие (8 часа(ов)):

Ряд Тейлора и радиус сходимости его. Ряд Лорана, область его сходимости. Единственность представления регулярной функции рядом по целым положительным и отрицательным степеням.

Тема 8. ОСОБЫЕ ТОЧКИ И ВЫЧЕТЫ

лекционное занятие (2 часа(ов)):

ОСОБЫЕ ТОЧКИ И ВЫЧЕТЫ Классификация изолированных особых точек регулярных функций. Устранимая особая точка. Нули регулярной функции, порядок нуля. Теорема единственности для регулярных функций. Теорема о связи полюсов и нулей. Теорема Сохоцкого, понятие о теореме Пикара. Классификация особых точек в бесконечности. Неизолированные особые точки и точки ветвления. Классификация функций. Определение вычетов. Формулы для вычисления вычетов в конечной точке и в бесконечности. Основная теорема о вычетах. Оценки интегралов и лемма Жордана. Вывод формул для интеграла по различным отрезкам от многозначных на плоскости функций. Пример интеграла от многозначной функции. Принцип аргумента. Теорема Руше, основная теорема алгебры.

практическое занятие (8 часа(ов)):

Вычисление контурных интегралов. Вычисление определенных интегралов от вещественных функций с помощью вычетов.

Тема 9. АНАЛИТИЧЕСКОЕ ПРОДОЛЖЕНИЕ

лекционное занятие (2 часа(ов)):

АНАЛИТИЧЕСКОЕ ПРОДОЛЖЕНИЕ Аналитическое продолжение по непрерывности. Принцип симметрии. Вывод формулы Кристоффеля-Шварца. Отображение полуплоскости на прямоугольник. Понятие об эллиптических функциях.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Аналитический элемент и его продолжение. Полная аналитическая функция в смысле Вейерштруса, понятие о ее римановой поверхности.

Тема 10. ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

лекционное занятие (6 часа(ов)):

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ Различные представления регулярных функций и приближение этих функций полиномами. Формулировка теоремы Рунге. Теоремы единственности для регулярных функций. Краткий обзор развития теории функций комплексного переменного. Роль этой теории в математике и ее приложениях.

практическое занятие (6 часа(ов)):

Формулы для граничных значений интеграла типа Коши. Интеграл Пуассона и Шварца.

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	3	1-2	Действия с комплексными числами.	6	Проверка домашнего задания. Консультация
2.	Тема 2. ФУНКЦИИ КОМПЛЕКСНОГО ПЕРЕМЕННОГО	3	2-3	Определение элементарных функций на комплексной плоскости.	9	Проверка домашнего задания. Консультация Контрольная работа ♦1
3.	Тема 3. КОНФОРМНЫЕ ОТОБРАЖЕНИЯ	3	3-6	Преобразования, ко-торые производят степенная функция, показательная и логарифмическая функции, функ	5	Проверка домашнего задания. Консультация
4.	Тема 4. ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ КОНФОРМНЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ	3	7	Характер неконформного преобразования в малом. Локальная и глобальная структура римановой поверхности	5	Проверка домашнего задания. Консультация Контрольная работа ♦2
5.	Тема 5. КОМПЛЕКСНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ПЛОСКОГО ПОЛЯ	3	8-9	Примеры расчетов плоских полей	4	Проверка домашнего задания. Консультация
6.	Тема 6. ИНТЕГРАЛ ОТ КОМПЛЕКСНОЙ ФУНКЦИИ	3	9	Интегральная формула Коши. Интеграл типа Коши.	5	Проверка домашнего задания. Консультация Контрольная работа ♦3

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
7.	Тема 7. РЯДЫ	3	10-11	. Ряд Тей-лора и радиус сходимости его. Ряд Лорана, область его сходимости.	7	Проверка домашнего задания. Консультация
8.	Тема 8. ОСОБЫЕ ТОЧКИ И ВЫЧЕТЫ	3	11-13	Определение вычетов. Формулы для вычисления вычетов в конечной точке и в бесконечности. Основная тео	12	Проверка домашнего задания. Консультация Контрольная работа ♦4
9.	Тема 9. АНАЛИТИЧЕСКОЕ ПРОДОЛЖЕНИЕ	3	13-14	Отображение полуплоскости на прямоугольник.	3	Консультация. Итоговая контрольная работа
Итого					56	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

лекции, практические занятия, контрольные работы и экзамены. В течение семестра студенты решают задачи, указанные преподавателем, к каждому практическому занятию. В течение семестра проводятся контрольные работы (на практических занятиях). К экзамену допускаются студенты, показавшие положительные результаты по текущей работе в течение семестра.

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

Тема 1. КОМПЛЕКСНЫЕ ЧИСЛА

Проверка домашнего задания. Консультация, примерные вопросы:

Пояснение примеров, не решённых студентами в домашнем задании

Тема 2. ФУНКЦИИ КОМПЛЕКСНОГО ПЕРЕМЕННОГО

Проверка домашнего задания. Консультация Контрольная работа ♦1, примерные вопросы:

За контрольную работу ♦1 10 баллов. Отделение вещественной и мнимой частей для конкретных комплексных функций. Вычерчивание области по заданному неравенству.

Тема 3. КОНФОРМНЫЕ ОТОБРАЖЕНИЯ

Проверка домашнего задания. Консультация, примерные вопросы:

Пояснение примеров, не решённых студентами в домашнем задании

Тема 4. ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ КОНФОРМНЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ

Проверка домашнего задания. Консультация Контрольная работа ♦2, примерные вопросы:

За контрольную работу ♦2 10 баллов. Применение дробно-линейных функций при отображении круговых областей. Характеристика образа, когда задана исходная область и элементарная функция в ней.

Тема 5. КОМПЛЕКСНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ПЛОСКОГО ПОЛЯ

Проверка домашнего задания. Консультация, примерные вопросы:

Пояснение примеров, не решённых студентами в домашнем задании

Тема 6. ИНТЕГРАЛ ОТ КОМПЛЕКСНОЙ ФУНКЦИИ

Проверка домашнего задания. Консультация. Контрольная работа №3 , примерные вопросы: За контрольную работу №3 10 баллов. Разложение конкретных функций в ряд Тейлора или в ряд Лорана. Определение и вычисление характера особых точек и вычетов в них.

Тема 7. РЯДЫ

Проверка домашнего задания. Консультация , примерные вопросы:

Пояснение примеров, не решённых студентами в домашнем задании

Тема 8. ОСОБЫЕ ТОЧКИ И ВЫЧЕТЫ

Проверка домашнего задания. Консультация Контрольная работа №4 , примерные вопросы:

За контрольную работу №4 10 баллов. Вычисление контурных интегралов через вычеты.

Решение примеров с вещественными интегралами от периодических функций и с несобственными интегралами по вещественной оси.

Тема 9. АНАЛИТИЧЕСКОЕ ПРОДОЛЖЕНИЕ

Консультация. Итоговая контрольная работа , примерные вопросы:

За итоговую контрольную работу 10 баллов

Тема 10. ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к экзамену:

все виды текущего контроля успеваемости и аттестации по итогам освоения дисциплины оцениваются по 100-балльной рейтинговой системе, принятой к КФУ. Экзамены оцениваются переводом набранных по дисциплине баллов в оценки: неудовлетворительно, удовлетворительно, хорошо, отлично. ПРОГРАММА ЭКЗАМЕНА

1. ВВЕДЕНИЕ В ТФКП

Действия с комплексными числами. Сфера комплексных чисел. Линии и области на комплексной плоскости. Комплексные последовательности и ряды. Определение элементарных функций на комплексной плоскости. Функциональные понятия (5 определений).

Условия Коши-Римана. Сопряженные гармонические функции. Восстановление регулярной функции по вещественной или мнимой части ее.

Комплексный потенциал плоского поля. Связь с геометрическими преобразованиями. Преобразование, производимое линейной функцией. Основная характеристика конформного преобразования. Геометрический смысл модуля и аргумента производной. Преобразование посредством дробно-линейной функции. Первое круговое свойство дробно-линейной функции. Инвариантность ангармонического отношения при дробно-линейном преобразовании. Второе круговое свойство. Свойство симметрии дробно-линейной функции с доказательством леммы. Замечания о симметричных точках. 4 примера на применение свойств (кругового и симметрии) с подробными пояснениями.

Преобразование, которое производит степенная функция, с примерами. Преобразования посредством показательной и логарифмической функции с примерами. Функция Жуковского и обратная к ней. Примеры и понятие профиля Жуковского. Преобразования посредством тригонометрических функций и обратных к ним.

Риманова поверхность степенной функции. Точки ветвления и регулярные ветви. Характер неконформного преобразования в малом. Локальная и глобальная структуры римановой поверхности. Римановы поверхности, связанные с показательной функцией и функцией Жуковского.

Общие принципы конформных преобразований (1-я и 2-я теоремы). Общие принципы конформных преобразований (3-я, 4-я и 5-я теоремы). Области однолистности элементарных функций.

Расчет обтекания выступа. Полное обтекание круга и профиля. Течение в кольцевой области. Связь с электростатикой.

2. ИНТЕГРАЛЫ И РЯДЫ

Интеграл от функции комплексного переменного и его свойства. Теорема Коши в двух формах. Интеграл Коши. Существование производных любого порядка у регулярных функций. Теорема о среднем и принцип максимума модуля. Интеграл типа Коши. Теорема Мореры, формула для вычисления определенного интеграла. Теорема Лиувилля.

Равномерная сходимость функционального ряда. Признак равномерной сходимости. Аналоги теорем о равномерно сходящихся рядах из вещественного анализа. Теорема Вейерштрасса. Степенные ряды. Теорема Абеля и круг сходимости. Единственность разложения регулярной функции в степенной ряд. Ряд Тейлора. Основная теорема и практические приемы с тремя примерами из практики.

Ряд Лорана (основная теорема). Единственность представления регулярной функции рядом по целым степеням. Практические приемы по рядам Лорана с примерами из практики.

Классификация изолированных особых точек регулярных функций. Устранимая особая точка. Теорема о связи полюсов и нулей и теорема о нулях. Примеры. Теорема Сохоцкого.

Классификация особых точек в \mathbb{C} . Неизолированные особые точки и точки ветвления.

Классификация функций.

Формулы для вычисления вычетов в конечной точке. Формулы для вычисления вычетов. Основная теорема о вычетах. Вычисление контурных интегралов. Следствия из основной теоремы о вычетах. Вычисление определенных интегралов от вещественных функций с помощью вычетов.

Вычисление интегралов, в частности, когда функция имеет полярные особенности на оси. Оценки интегралов и лемма Жордана. Вывод формул для интегралов по различным отрезкам от многозначных на плоскости функций. Пример интеграла от многозначной функции.

Принцип аргумента. Теорема Руше, основная теорема алгебры. Аналитическое продолжение по непрерывности. Принцип симметрии. Вывод формулы Кристоффеля-Шварца.

Отображение полуплоскости на прямоугольник. Понятие об эллиптических функциях. Полная эллиптическая функция. Теоремы единственности для регулярных функций. Формулы для граничных значений интеграла типа Коши.

Образец билета:

1. Существование производных любого порядка у регулярных функций.
2. Комплексные последовательности и ряды.
3. Пусть $f(z) = c_2 z^2 + c_3 z^3 + \dots$ регулярна в точке $z=0$ ($c_2 \neq 0$). Найти $\operatorname{res}(I / f(z))$ в нуле.
4. Продолжить по принципу симметрии функцию $f(z) = e^z$, $\operatorname{Im} z > 0$, в нижнюю полуплоскость.

7.1. Основная литература:

Евграфов М.А. Аналитические функции. - Санкт-Петербург: Лань, 2008. - 448 с.
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=134

Шабунин М.И. Сидоров Ю.В. - Теория функций комплексного переменного. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2013. - 248с. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=42610
Привалов И.И. - Введение в теорию функций комплексного переменного. - Санкт-Петербург: Лань, 2009. - 432 с. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=322

7.2. Дополнительная литература:

1. Сборник задач по теории функций комплексного переменного и операционному исчислению : учебное пособие для студентов мех.-мат., физ. фак., фак. ВМК ун-та и фак-та повышения квалификации преподавателей / Л. А. Аксентьев . - Казань : Казанский государственный университет, 2005 . - 124 с.
2. Введение в теорию функций комплексного переменного - примеры и задачи : (методические указания) / Казан. гос. ун-т, Мех.-мат. фак. ; сост.: С. Н. Киясов, Ю. В. Обносов, Л. Г. Салехов . - Казань : КГУ, 2004 . - 35 с.
3. Введение в теорию функций комплексного переменного - примеры и задачи [Текст : электронный ресурс] : (методические указания) / Казан. гос. ун-т, Мех.-мат. фак. ; сост.: С. Н. Киясов, Ю. В. Обносов, Л. Г. Салехов .? Электронные данные (1 файл: 0,41 Мб) .? (Казань : Научная библиотека Казанского федерального университета, 2014) .

7.3. Интернет-ресурсы:

- Авхадиев Ф.Г. Введение в геометрическую теорию функций. Казань, 2012 - http://kpfu.ru/docs/F1384383646/%CB%EA%F6%E8%E8%20%EF%EE%20%C3%D2%D4_%EA%EE
- Белошапка В.К. Курс лекций по комплексному анализу. Москва.2005 - <http://dmvn.mexmat.net/content/ccalculus/complexcalculus-6s-beloшapka.pdf>
- Домрин А.В., Сергеев А.Г. Лекции по комплексному анализу. Ч.1М.: МИАН, 2004 - <http://www.mi.ras.ru/books/pdf/ser1.pdf>
- Киясов С.Н., Обносов Ю.В., Салехов Л.Г. Введение в теорию функций комплексного переменного - примеры и задачи (методические указания) - <http://old.kpfu.ru/f5/k5/ZAD1.pdf>
- Львовский С.М. Лекции по комплексному анализу. Москва.2009 - <http://www.mccme.ru/free-books/lvovski/lvovski-complan.pdf>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

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

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.

комплексный анализ: учебные аудитории для проведения лекционных и практических занятий, доступ студентов к компьютеру с Microsoft Office.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 15.03.03 "Прикладная механика" и профилю подготовки Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры .

Автор(ы):

Аксентьев Л.А. _____

"__" 201 __ г.

Рецензент(ы):

"__" 201 __ г.