МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт математики и механики им. Н.И. Лобачевского

УТВЕРЖДАЮ
Проректор
по образовательной деятельности КФУ
Проф. Таюрский Д.А.
_____
"___"_____20___ г.

Программа дисциплины

Комплексный анализ Б1.Б.14

Направление подготовки: 01.03.01 - Математика
Профиль подготовки: Общий профиль
Квалификация выпускника: бакалавр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский

Автор(ы):
Обносов Ю.В.
Рецензент(ы):
Насыров С.Р. , Гарифьянов Фархат Нургаязович

СОГЛАСОВАНО:
Заведующий(ая) кафедрой: Насыров С. Р.
Протокол заседания кафедры No ___ от "____" _____ 201__г
Учебно-методическая комиссия Института математики и механики им. Н.И. Лобачевского :
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

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Программу дисциплины разработал(а)(и) ведущий научный сотрудник, д.н. (профессор) Обносов Ю.В. научно-исследовательская лаборатория Современные геоинформационные и геофизические технологии Институт геологии и нефтегазовых технологий , yurii.obnosov@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины (модуля) "Комплексный анализ" являются:

1) понимать роль дисциплины в познании мира, понимать основные идеи, лежащие в основе теории функций комплексного переменного;

2) обладать теоретическими знаниями и иметь четкое представление о методах теории аналитических функций;

3) приобрести навыки в решении задач теории функций комплексного переменного с приложениями к решению задач вещественного анализа.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.Б.14 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 01.03.01 Математика и относится к базовой (общепрофессиональной) части. Осваивается на 2, 3 курсах, 4, 5 семестры.

Дисциплина "Комплексный анализ" входит в цикл профессиональных дисциплин в базовой части.

Для ее успешного изучения необходимы знания и умения, приобретенные в результате освоения предшествующих дисциплин: математический анализ, линейная алгебра, абстрактная алгебра, аналитическая геометрия.

Освоение дисциплины "Комплексный анализ" необходимо при последующем изучении дисциплин "Уравнения в частных производных" ("Уравнения математической физики"), "Функциональный анализ", "Теоретическая механика" и всех основных спецкурсов, читаемых на кафедре дифференциальных уравнений и кафедрах математического анализа и ТФиП.

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-1, (профессиональные компетенции)	готовностью использовать фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа, алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений, дискретной математики и математической логики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики в будущей профессиональной деятельности
ОПК-3 (профессиональные компетенции)	способностью к самостоятельной научно-исследовательской работе
ПК-2 (профессиональные компетенции)	способностью математически корректно ставить естественнонаучные задачи, знание постановок классических задач математики

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-5 (профессиональные компетенции)	способностью использовать методы математического и алгоритмического моделирования при решении теоретических и прикладных задач
ПК-7 (профессиональные компетенции)	способностью использовать методы математического и алгоритмического моделирования при анализе управленческих задач в научно-технической сфере, в экономике, бизнесе и гуманитарных областях знаний

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

основные понятия теории функций комплексного переменного, определения и свойства математических объектов в этой области, формулировки утверждений, методы их доказательства, возможные сферы их приложений

2. должен уметь:

: решать задачи вычислительного и теоретического характера в области комплексного анализа;

3. должен владеть:

математическим аппаратом комплексного анализа, методами решения задач и доказательства утверждений в этой области.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

1) знать: основные понятия теории функций комплексного переменного, определения и свойства математических объектов в этой области, формулировки утверждений, методы их доказательства, возможные сферы их приложений;

2) уметь: решать задачи вычислительного и теоретического характера в области комплексного анализа;

3) владеть: математическим аппаратом комплексного анализа, методами решения задач и доказательства утверждений в этой области.

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных(ые) единиц(ы) 288 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 4 семестре; экзамен в 5 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

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

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. Понятие о комплексных числах и действия над ними. Изображение комплексных чисел на сфере Римана. Формулы стереографической проекции. Топология комплексной плоскости. Понятие пути и кривой на комплексной плоскости. Области на комплексной плоскости. Комплекснозначные функции комплексного переменного; предел функции, непрерывность, модуль непрерывности. Дифференцируемость функции комплексного переменного.	4	1-3	6	0	6	Устный опрос Устный опрос Устный опрос

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
2.	Тема 2. Дифференцируемость функции комплексного переменного. Условия Коши-Римана. Производная функции комплексного переменного. Голоморфные функции. Геометрическая интерпретация R- и C-дифференцируемости. Конформные отображения 1-го и 2-го рода. Геометрический смысл модуля и аргумента производной Гидродинамический смысл C-дифференцируемости. Свойства стереографической проекции: круговое свойство, свойство инвариантности углов, вращение сферы вокруг диаметра O на угол Пи.	4	4-6	6	0	6	Устный опрос Устный опрос Устный опрос

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

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. Элементарные функции. дробно-линейная функция. круговое свойство дробно-линейной функции. свойство сохранения симметричных точек при дробно-линейном отображении. групповое свойство. Неподвижные точки дробно-линейных отображений; свойство инвариантности ангармонического отношения четырех точек при дробно-линейном отображении. Дробно-линейные изоморфизмы и автоморфизмы. классификация дробно-линейных отображений. Степенная функция. Функция Жуковского. отображение круговой луночки на ?профиль? крыла самолета (Жуковский Н.Е.). Показательная функция. тригонометрические и гиперболические функции.	4	7-9	6	0	6	Устный опрос Устный опрос Контрольная работа

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
4.	Тема 4. Криволинейный интеграл от функции комплексного переменного и его свойства. Первообразная. Интегральная теорема Коши для треугольника. Теоремы о существовании локальной первообразной и первообразной вдоль пути. Интегральная теорема Коши и ее обобщения. Интегральная формула Коши. Формула Коши-Грина.	4	10-13	4	0	8	Устный опрос Устный опрос Устный опрос Устный опрос
5.	Тема 5. Интеграл типа Коши. Теоремы о существовании производных высших порядков, о среднем и теорема Морера. Ряды с комплексными членами. Теорема Вейерштрасса. Степенные ряды, теорема Абеля и формула Коши-Адамара. Ряд Тэйлора, теорема Тэйлора, неравенство Коши для коэффициентов ряда Тэйлора, теорема Лиувилля, теорема единственности.	4	14-16	4	0	6	Устный опрос Контрольная работа Устный опрос

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
6.	Тема 6. Ряд Лорана, область его сходимости, разложение голоморфной функции в ряд Лорана, единственность разложения, формулы и неравенства Коши для коэффициентов. Классификация изолированных особых точек, устранимая особая точка. Полюс. Существенно особая точка, теорема Сохоцкого. Целые и мероморфные функции. Теория вычетов, теорема Коши о вычетах. Теорема о полной сумме вычетов, вычисления вычета в полюсе порядка n. Вычисление некоторых вещественных интегралов, лемма Жордана.	5	1-3	6	0	6	Устный опрос Устный опрос Устный опрос

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
7.	Тема 7. Аналитическое продолжение. Элементы аналитических функций. Аналитическое продолжение вдоль пути, теорема единственности. Теорема об инвариантности аналитического продолжения по гомотопным путям. Принцип непрерывного продолжения. Принцип симметрии Римана-Шварца. Понятие об аналитической функции. Теорема Пуанкаре ?Вольтерра, теорема о монодромии. Понятие о римановой поверхности. Римановы поверхности некоторых элементарных функций.	5	4-6	6	0	6	Контрольная работа Устный опрос Устный опрос

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
8.	Тема 8. Изолированные особые точки аналитических функций. Принцип аргумента. Теорема о представлении аналитической функции в окрестности ее точки ветвления конечного порядка. Принцип аргумента. Теорема Руше. Принцип сохранения области. Задача о локальном обращении голоморфной функции. Эффективное решение задачи о локальном обращении голоморфной функции, ряд Бурмана - Лагранжа. Принцип максимума модуля и лемма Шварца.	5	7-9	6	0	6	Устный опрос Устный опрос Устный опрос

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
9.	Тема 9. Теорема Римана о конформном отображении и теоремы о соответствии границ. Группы автоморфизмов канонических областей. Формула Кристоффеля - Шварца. Отображение произвольного треугольника. Отображение прямоугольника - эллиптический интеграл первого рода. Эллиптический синус. Понятие об автоморфных и в частности об эллиптических функциях. Модулярная функция. Теоремы Пикара о целых и мероморфных функциях.	5	9-12	6	0	6	Устный опрос Устный опрос Контрольная работа
10.	Тема 10. Теорема Миттаг-Лефлера (без доказательства). Теорема Коши о разложении мероморфной функции на простейшие дроби. Разложение некоторых элементарных функций в ряд главных частей. Бесконечные произведения, критерии сходимости. Разложение целых функций в бесконечные произведения. Теорема Вейерштрасса (без доказательства). Примеры.	5	13-15	6	0	6	Устный опрос Устный опрос Устный опрос

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
11.	Тема 11. Гармонические функции на плоскости и их свойства. Задача Дирихле для односвязной области с жордановой границей. Разложение гармонических функций в ряды, связь с тригонометрическими рядами.	5	16-17	4	0	4	Устный опрос Устный опрос
.	Тема . Итоговая форма контроля	4		0	0	0	Зачет
.	Тема . Итоговая форма контроля	5		0	0	0	Экзамен
	Итого			60	0	66	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Понятие о комплексных числах и действия над ними. Изображение комплексных чисел на сфере Римана. Формулы стереографической проекции. Топология комплексной плоскости. Понятие пути и кривой на комплексной плоскости. Области на комплексной плоскости. Комплекснозначные функции комплексного переменного; предел функции, непрерывность, модуль непрерывности. Дифференцируемость функции комплексного переменного.

лекционное занятие (6 часа(ов)):

1. Понятие о комплексных числах и действия над ними. Изображение комплексных чисел на сфере Римана. Формулы стереографической проекции. 2. Топология комплексной плоскости. Понятие пути и кривой на комплексной плоскости. Области на комплексной плоскости. 3. Комплекснозначные функции комплексного переменного; предел функции, непрерывность, модуль непрерывности. Дифференцируемость функции комплексного переменного.

лабораторная работа (6 часа(ов)):

Комплексные числа и действия над ними.

Тема 2. Дифференцируемость функции комплексного переменного. Условия Коши-Римана. Производная функции комплексного переменного. Голоморфные функции. Геометрическая интерпретация R- и C-дифференцируемости. Конформные отображения 1-го и 2-го рода. Геометрический смысл модуля и аргумента производной Гидродинамический смысл C-дифференцируемости. Свойства стереографической проекции: круговое свойство, свойство инвариантности углов, вращение сферы вокруг диаметра O на угол Пи.

лекционное занятие (6 часа(ов)):

1. Дифференцируемость функции комплексного переменного. Условия Коши-Римана. Производная функции комплексного переменного. Голоморфные функции. 2. Геометрическая интерпретация R- и C-дифференцируемости. Конформные отображения 1-го и 2-го рода. Геометрический смысл модуля и аргумента производной Гидродинамический смысл C-дифференцируемости. 3. Свойства стереографической проекции: круговое свойство, свойство инвариантности углов, вращение сферы вокруг диаметра параллельного оси x на угол Пи.

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

лабораторная работа (6 часа(ов)):

Геометрия комплексной плоскости.

Тема 3. Элементарные функции. дробно-линейная функция. круговое свойство дробно-линейной функции. свойство сохранения симметричных точек при дробно-линейном отображении. групповое свойство. Неподвижные точки дробно-линейных отображений; свойство инвариантности ангармонического отношения четырех точек при дробно-линейном отображении. Дробно-линейные изоморфизмы и автоморфизмы. классификация дробно-линейных отображений. Степенная функция. Функция Жуковского. отображение круговой луночки на ?профиль? крыла самолета (Жуковский Н.Е.). Показательная функция. тригонометрические и гиперболические функции.

лекционное занятие (6 часа(ов)):

1. Элементарные функции. дробно-линейная функция. круговое свойство дробно-линейной функции. свойство сохранения симметричных точек при дробно-линейном отображении. групповое свойство. Неподвижные точки дробно-линейных отображений; свойство инвариантности ангармонического отношения четырех точек при дробно-линейном отображении. 2. Дробно-линейные изоморфизмы и автоморфизмы. классификация дробно-линейных отображений. 3. Степенная функция. Функция Жуковского. отображение круговой луночки на профиль крыла самолета (Жуковский Н.Е.). Показательная функция. тригонометрические и гиперболические функции.

лабораторная работа (6 часа(ов)):

Элементарные функции. Голоморфные функции, условия Коши-Римана.

Тема 4. Криволинейный интеграл от функции комплексного переменного и его свойства. Первообразная. Интегральная теорема Коши для треугольника. Теоремы о существовании локальной первообразной и первообразной вдоль пути. Интегральная теорема Коши и ее обобщения. Интегральная формула Коши. Формула Коши-Грина.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

1. Криволинейный интеграл от функции комплексного переменного и его свойства. 2. Первообразная. Интегральная теорема Коши для треугольника. 3. Теоремы о существовании локальной первообразной и первообразной вдоль пути. Интегральная теорема Коши и ее обобщения. 4. Интегральная формула Коши. Формула Коши-Грина.

лабораторная работа (8 часа(ов)):

Конформные отображения, целая линейная функция; дробно-линейная функция; степенная функция и отображения круговых луночек и областей с разрезами.

Тема 5. Интеграл типа Коши. Теоремы о существовании производных высших порядков, о среднем и теорема Морера. Ряды с комплексными членами. Теорема Вейерштрасса. Степенные ряды, теорема Абеля и формула Коши-Адамара. Ряд Тэйлора, теорема Тэйлора, неравенство Коши для коэффициентов ряда Тэйлора, теорема Лиувилля, теорема единственности.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

1. Интеграл типа Коши. Теоремы о существовании производных высших порядков, о среднем и теорема Морера. 2. Ряды с комплексными членами. Теорема Вейерштрасса. Степенные ряды, теорема Абеля и формула Коши-Адамара. 3. Ряд Тэйлора, теорема Тэйлора, неравенство Коши для коэффициентов ряда Тэйлора, теорема Лиувилля, теорема единственности.

лабораторная работа (6 часа(ов)):

Функция Жуковского; Элементарные трансцендентные функции.

Тема 6. Ряд Лорана, область его сходимости, разложение голоморфной функции в ряд Лорана, единственность разложения, формулы и неравенства Коши для коэффициентов. Классификация изолированных особых точек, устранимая особая точка. Полюс. Существенно особая точка, теорема Сохоцкого. Целые и мероморфные функции. Теория вычетов, теорема Коши о вычетах. Теорема о полной сумме вычетов, вычисления вычета в полюсе порядка n. Вычисление некоторых вещественных интегралов, лемма Жордана.

лекционное занятие (6 часа(ов)):

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

1. Ряд Лорана, область его сходимости, разложение голоморфной функции в ряд Лорана, единственность разложения, формулы и неравенства Коши для коэффициентов. 2. Классификация изолированных особых точек, устранимая особая точка. Полюс. Существенно особая точка, теорема Сохоцкого. Целые и мероморфные функции. Т 3. Теория вычетов, теорема Коши о вычетах. Теорема о полной сумме вычетов, вычисления вычета в полюсе порядка n. Вычисление некоторых вещественных интегралов, лемма Жордана.

лабораторная работа (6 часа(ов)):

Степенные ряды, ряд Тэйлора, ряд Лорана

Тема 7. Аналитическое продолжение. Элементы аналитических функций. Аналитическое продолжение вдоль пути, теорема единственности. Теорема об инвариантности аналитического продолжения по гомотопным путям. Принцип непрерывного продолжения. Принцип симметрии Римана-Шварца. Понятие об аналитической функции. Теорема Пуанкаре ?Вольтерра, теорема о монодромии. Понятие о римановой поверхности. Римановы поверхности некоторых элементарных функций.

лекционное занятие (6 часа(ов)):

1. Аналитическое продолжение. Элементы аналитических функций. Аналитическое продолжение вдоль пути, теорема единственности. Теорема об инвариантности аналитического продолжения по гомотопным путям. 2. Принцип непрерывного продолжения. Принцип симметрии Римана-Шварца. Понятие об аналитической функции. Теорема Пуанкаре-Вольтерра, теорема о монодромии. 3. Понятие о римановой поверхности. Римановы поверхности некоторых элементарных функций.

лабораторная работа (6 часа(ов)):

Особые точки голоморфных функций. Вычисление вычетов.

Тема 8. Изолированные особые точки аналитических функций. Принцип аргумента. Теорема о представлении аналитической функции в окрестности ее точки ветвления конечного порядка. Принцип аргумента. Теорема Руше. Принцип сохранения области. Задача о локальном обращении голоморфной функции. Эффективное решение задачи о локальном обращении голоморфной функции, ряд Бурмана - Лагранжа. Принцип максимума модуля и лемма Шварца.

лекционное занятие (6 часа(ов)):

1. Изолированные особые точки аналитических функций. Теорема о представлении аналитической функции в окрестности ее точки ветвления конечного порядка. 2. Принцип аргумента. Теорема Руше. Принцип сохранения области. Задача о локальном обращении голоморфной функции. 3. Эффективное решение задачи о локальном обращении голоморфной функции, ряд Бурмана-Лагранжа. Принцип максимума модуля и лемма Шварца.

лабораторная работа (6 часа(ов)):

Вычисление контурных интегралов.

Тема 9. Теорема Римана о конформном отображении и теоремы о соответствии границ. Группы автоморфизмов канонических областей. Формула Кристоффеля - Шварца. Отображение произвольного треугольника. Отображение прямоугольника - эллиптический интеграл первого рода. Эллиптический синус. Понятие об автоморфных и в частности об эллиптических функциях. Модулярная функция. Теоремы Пикара о целых и мероморфных функциях.

лекционное занятие (6 часа(ов)):

1. Теорема Римана о конформном отображении и теоремы о соответствии границ. Группы автоморфизмов канонических областей. 2. Формула Кристоффеля - Шварца. Отображение произвольного треугольника. Отображение прямоугольника - эллиптический интеграл первого рода. Эллиптический синус. 3. Понятие об автоморфных и в частности об эллиптических функциях. Модулярная функция. Теоремы Пикара о целых и мероморфных функциях.

лабораторная работа (6 часа(ов)):

Вычисление интегралов от суперпозиций рациональных функций с тригонометрическими. Вычисление несобственных интегралов от рациональных функций.

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Тема 10. Теорема Миттаг-Лефлера (без доказательства). Теорема Коши о разложении мероморфной функции на простейшие дроби. Разложение некоторых элементарных функций в ряд главных частей. Бесконечные произведения, критерии сходимости. Разложение целых функций в бесконечные произведения. Теорема Вейерштрасса (без доказательства). Примеры.

лекционное занятие (6 часа(ов)):

1. Теорема Миттаг-Лефлера (без доказательства). Теорема Коши о разложении мероморфной функции на простейшие дроби. 2. Разложение некоторых элементарных функций в ряд главных частей. 3. Бесконечные произведения, критерии сходимости. Разложение целых функций в бесконечные произведения. Теорема Вейерштрасса (без доказательства). Примеры.

лабораторная работа (6 часа(ов)):

Вычисление несобственных интегралов с помощью леммы Жордана.

Тема 11. Гармонические функции на плоскости и их свойства. Задача Дирихле для односвязной области с жордановой границей. Разложение гармонических функций в ряды, связь с тригонометрическими рядами.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

1. Гармонические функции на плоскости и их свойства. Задача Дирихле для односвязной области с жордановой границей. 2. Разложение гармонических функций в ряды, связь с тригонометрическими рядами.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Вычисление интегралов от многозначных аналитических функций.

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. Понятие о комплексных числах и действия над ними. Изображение комплексных чисел на сфере Римана. Формулы стереографической проекции. Топология комплексной плоскости. Понятие пути и кривой на комплексной плоскости. Области на комплексной плоскости. Комплекснозначные функции комплексного переменного; предел функции, непрерывность, модуль непрерывности. Дифференцируемость функции комплексного переменного.	4	1-3	подготовка к устному опросу	4	устный опрос

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
2.	Тема 2. Дифференцируемость функции комплексного переменного. Условия Коши-Римана. Производная функции комплексного переменного. Голоморфные функции. Геометрическая интерпретация R- и C-дифференцируемости. Конформные отображения 1-го и 2-го рода. Геометрический смысл модуля и аргумента производной Гидродинамический смысл C-дифференцируемости. Свойства стереографической проекции: круговое свойство, свойство инвариантности углов, вращение сферы вокруг диаметра O на угол Пи.	4	4-6	подготовка к устному опросу	2	устный опрос

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
3.	Тема 3. Элементарные функции. дробно-линейная функция. круговое свойство дробно-линейной функции. свойство сохранения симметричных точек при дробно-линейном отображении. групповое свойство. Неподвижные точки дробно-линейных отображений; свойство инвариантности ангармонического отношения четырех точек при дробно-линейном отображении. Дробно-линейные изоморфизмы и автоморфизмы. классификация дробно-линейных отображений. Степенная функция. Функция Жуковского. отображение круговой луночки на ?профиль? крыла самолета (Жуковский Н.Е.). Показательная функция. тригонометрические и гиперболические функции.	4	7-9	подготовка к контрольной работе	4	контрольная работа

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
4.	Тема 4. Криволинейный интеграл от функции комплексного переменного и его свойства. Первообразная. Интегральная теорема Коши для треугольника. Теоремы о существовании локальной первообразной и первообразной вдоль пути. Интегральная теорема Коши и ее обобщения. Интегральная формула Коши. Формула Коши-Грина.	4	10-13	подготовка к устному опросу	2	устный опрос
5.	Тема 5. Интеграл типа Коши. Теоремы о существовании производных высших порядков, о среднем и теорема Морера. Ряды с комплексными членами. Теорема Вейерштрасса. Степенные ряды, теорема Абеля и формула Коши-Адамара. Ряд Тэйлора, теорема Тэйлора, неравенство Коши для коэффициентов ряда Тэйлора, теорема Лиувилля, теорема единственности.	4	14-16	подготовка к контрольной работе	2	контрольная работа

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
6.	Тема 6. Ряд Лорана, область его сходимости, разложение голоморфной функции в ряд Лорана, единственность разложения, формулы и неравенства Коши для коэффициентов. Классификация изолированных особых точек, устранимая особая точка. Полюс. Существенно особая точка, теорема Сохоцкого. Целые и мероморфные функции. Теория вычетов, теорема Коши о вычетах. Теорема о полной сумме вычетов, вычисления вычета в полюсе порядка n. Вычисление некоторых вещественных интегралов, лемма Жордана.	5	1-3	подготовка к устному опросу	7	устный опрос
				подготовка к устному опросу	6	устный опрос
				подготовка к устному опросу	7	устный опрос

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
7.	Тема 7. Аналитическое продолжение. Элементы аналитических функций. Аналитическое продолжение вдоль пути, теорема единственности. Теорема об инвариантности аналитического продолжения по гомотопным путям. Принцип непрерывного продолжения. Принцип симметрии Римана-Шварца. Понятие об аналитической функции. Теорема Пуанкаре ?Вольтерра, теорема о монодромии. Понятие о римановой поверхности. Римановы поверхности некоторых элементарных функций.	5	4-6	подготовка к контрольной работе	2	контрольная работа
				подготовка к устному опросу	8	устный опрос
				подготовка к устному опросу	8	устный опрос

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
8.	Тема 8. Изолированные особые точки аналитических функций. Принцип аргумента. Теорема о представлении аналитической функции в окрестности ее точки ветвления конечного порядка. Принцип аргумента. Теорема Руше. Принцип сохранения области. Задача о локальном обращении голоморфной функции. Эффективное решение задачи о локальном обращении голоморфной функции, ряд Бурмана - Лагранжа. Принцип максимума модуля и лемма Шварца.	5	7-9	подготовка к устному опросу	9	устный опрос
				подготовка к устному опросу подготовка к устному опросу	9	устный опрос
9.	Тема 9. Теорема Римана о конформном отображении и теоремы о соответствии границ. Группы автоморфизмов канонических областей. Формула Кристоффеля - Шварца. Отображение произвольного треугольника. Отображение прямоугольника - эллиптический интеграл первого рода. Эллиптический синус. Понятие об автоморфных и в частности об эллиптических функциях. Модулярная функция. Теоремы Пикара о целых и мероморфных функциях.	5	9-12	подготовка к контрольной работе подготовка к контрольной работе	2	контрольная работа
				подготовка к устному опросу	9	устный опрос
				подготовка к устному опросу	9	устный опрос

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
10.	Тема 10. Теорема Миттаг-Лефлера (без доказательства). Теорема Коши о разложении мероморфной функции на простейшие дроби. Разложение некоторых элементарных функций в ряд главных частей. Бесконечные произведения, критерии сходимости. Разложение целых функций в бесконечные произведения. Теорема Вейерштрасса (без доказательства). Примеры.	5	13-15	подготовка к устному опросу	6	устный опрос
				подготовка к устному опросу	8	устный опрос
				подготовка к устному опросу подготовка к устному опросу	6	устный опрос
11.	Тема 11. Гармонические функции на плоскости и их свойства. Задача Дирихле для односвязной области с жордановой границей. Разложение гармонических функций в ряды, связь с тригонометрическими рядами.	5	16-17	подготовка к устному опросу	8	устный опрос
				подготовка к устному опросу	8	устный опрос
	Итого				126	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Освоение дисциплины "Комплексный анализ" предполагает использование в основном традиционных средств -лекции и практические/семинарские занятия. Проведение ряда семинарских занятий по геометрической теории функций комплексных переменных предполагает использование программных средств - современных математических пакетов (Mathematica, MatLab и др.)

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

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Тема 1. Понятие о комплексных числах и действия над ними. Изображение комплексных чисел на сфере Римана. Формулы стереографической проекции. Топология комплексной плоскости. Понятие пути и кривой на комплексной плоскости. Области на комплексной плоскости. Комплекснозначные функции комплексного переменного; предел функции, непрерывность, модуль непрерывности. Дифференцируемость функции комплексного переменного.

устный опрос , примерные вопросы:

Комплекснозначные функции комплексного переменного; предел функции, непрерывность, модуль непрерывности. Рельеф функции.

Тема 2. Дифференцируемость функции комплексного переменного. Условия Коши-Римана. Производная функции комплексного переменного. Голоморфные функции. Геометрическая интерпретация R- и C-дифференцируемости. Конформные отображения 1-го и 2-го рода. Геометрический смысл модуля и аргумента производной Гидродинамический смысл C-дифференцируемости. Свойства стереографической проекции: круговое свойство, свойство инвариантности углов, вращение сферы вокруг диаметра O на угол Пи.

устный опрос , примерные вопросы:

Свойства стереографической проекции: круговое свойство, свойство инвариантности углов, вращение сферы вокруг диаметра параллельного оси x на угол Пи.

Тема 3. Элементарные функции. дробно-линейная функция. круговое свойство дробно-линейной функции. свойство сохранения симметричных точек при дробно-линейном отображении. групповое свойство. Неподвижные точки дробно-линейных отображений; свойство инвариантности ангармонического отношения четырех точек при дробно-линейном отображении. Дробно-линейные изоморфизмы и автоморфизмы. классификация дробно-линейных отображений. Степенная функция. Функция Жуковского. отображение круговой луночки на ?профиль? крыла самолета (Жуковский Н.Е.). Показательная функция. тригонометрические и гиперболические функции.

контрольная работа , примерные вопросы:

Контрольная работа № 1 1. В правильном треугольнике известны две вершины, найти третью и центр тяжести. 2. Решить уравнение: Cos z=-7/4. 3. Определить г.м.т., удовлетворяющих уравнению: |(z-3i)/(z-i)|>3^{1/2}. 4. Найти голоморфную функцию по ее действительной части u=r^2(Cos2s ln r-sSin2s), где r ? модуль, а s ? аргумент z.

Тема 4. Криволинейный интеграл от функции комплексного переменного и его свойства. Первообразная. Интегральная теорема Коши для треугольника. Теоремы о существовании локальной первообразной и первообразной вдоль пути. Интегральная теорема Коши и ее обобщения. Интегральная формула Коши. Формула Коши-Грина.

устный опрос , примерные вопросы:

Интегральная формула Коши. Формула Коши-Грина.

Тема 5. Интеграл типа Коши. Теоремы о существовании производных высших порядков, о среднем и теорема Морера. Ряды с комплексными членами. Теорема Вейерштрасса. Степенные ряды, теорема Абеля и формула Коши-Адамара. Ряд Тэйлора, теорема Тэйлора, неравенство Коши для коэффициентов ряда Тэйлора, теорема Лиувилля, теорема единственности.

контрольная работа , примерные вопросы:

Контрольная работа № 2 1. Найти неподвижные точки и привести к каноническому виду дробно-линейную функцию w=(iz+1)/(z+i). 2. Решить уравнение: (tg z)^2=-3/4. 3. Найти образ прямоугольного треугольника с вершинами в точках 0,1-i при отображении дробно линейной функцией w=(z-i)/(z+i). 4. Отобразить на верхнюю полуплоскость область D={z z-2i|>2,|z+i|>1, Re z>0} со следующим соответствием граничных точек \infty,4i,-2i-->1/2,1,-1

Тема 6. Ряд Лорана, область его сходимости, разложение голоморфной функции в ряд Лорана, единственность разложения, формулы и неравенства Коши для коэффициентов. Классификация изолированных особых точек, устранимая особая точка. Полюс. Существенно особая точка, теорема Сохоцкого. Целые и мероморфные функции. Теория вычетов, теорема Коши о вычетах. Теорема о полной сумме вычетов, вычисления вычета в полюсе порядка n. Вычисление некоторых вещественных интегралов, лемма Жордана.

устный опрос , примерные вопросы:

Целые и мероморфные функции. Теория вычетов, теорема Коши о вычетах. Теорема о полной сумме вычетов, вычисления вычета в полюсе порядка n. Вычисление некоторых вещественных интегралов, лемма Жордана.

устный опрос , примерные вопросы:

Целые и мероморфные функции. Теория вычетов, теорема Коши о вычетах. Теорема о полной сумме вычетов, вычисления вычета в полюсе порядка n. Вычисление некоторых вещественных интегралов, лемма Жордана.

устный опрос , примерные вопросы:

Целые и мероморфные функции. Теория вычетов, теорема Коши о вычетах. Теорема о полной сумме вычетов, вычисления вычета в полюсе порядка n. Вычисление некоторых вещественных интегралов, лемма Жордана.

Тема 7. Аналитическое продолжение. Элементы аналитических функций. Аналитическое продолжение вдоль пути, теорема единственности. Теорема об инвариантности аналитического продолжения по гомотопным путям. Принцип непрерывного продолжения. Принцип симметрии Римана-Шварца. Понятие об аналитической функции. Теорема Пуанкаре ?Вольтерра, теорема о монодромии. Понятие о римановой поверхности. Римановы поверхности некоторых элементарных функций.

контрольная работа , примерные вопросы:

Контрольная работа 1 1. Разложить в ряд Тэйлора в окрестности нуля функцию f(z)=(Sin z-z)/z^2. 2. Разложить в кольце голоморфности в ряд Лорана по степеням z функциюf(z)=(z+2)?(z^2+4z-5). Указать область сходимости построенного ряда. 3. Найти три первых отличных от нуля коэффициента ряда Тэйлора для функции f(z)=(z-Sin z)/(1-Cos z). Найти радиус сходимости построенного ряда. 4. Найти и классифицировать все особые точки функции f(z)=z^2/(1-e^z).

устный опрос , примерные вопросы:

Принцип симметрии Римана-Шварца. Понятие об аналитической функции. Теорема Пуанкаре-Вольтерра, теорема о монодромии. Понятие о римановой поверхности. Римановы поверхности некоторых элементарных функций.

устный опрос , примерные вопросы:

Принцип симметрии Римана-Шварца. Понятие об аналитической функции. Теорема Пуанкаре-Вольтерра, теорема о монодромии. Понятие о римановой поверхности. Римановы поверхности некоторых элементарных функций.

Тема 8. Изолированные особые точки аналитических функций. Принцип аргумента. Теорема о представлении аналитической функции в окрестности ее точки ветвления конечного порядка. Принцип аргумента. Теорема Руше. Принцип сохранения области. Задача о локальном обращении голоморфной функции. Эффективное решение задачи о локальном обращении голоморфной функции, ряд Бурмана - Лагранжа. Принцип максимума модуля и лемма Шварца.

устный опрос , примерные вопросы:

Принцип аргумента. Теорема Руше. Принцип сохранения области. Задача о локальном обращении голоморфной функции. Эффективное решение задачи о локальном обращении голоморфной функции, ряд Бурмана - Лагранжа. Принцип максимума модуля и лемма Шварца.

устный опрос , примерные вопросы:

Принцип аргумента. Теорема Руше. Принцип сохранения области. Задача о локальном обращении голоморфной функции. Эффективное решение задачи о локальном обращении голоморфной функции, ряд Бурмана - Лагранжа. Принцип максимума модуля и лемма Шварца.

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Тема 9. Теорема Римана о конформном отображении и теоремы о соответствии границ. Группы автоморфизмов канонических областей. Формула Кристоффеля - Шварца. Отображение произвольного треугольника. Отображение прямоугольника - эллиптический интеграл первого рода. Эллиптический синус. Понятие об автоморфных и в частности об эллиптических функциях. Модулярная функция. Теоремы Пикара о целых и мероморфных функциях.

контрольная работа , примерные вопросы:

Контрольная работа • 2 Вычислить интегралы: 1. \int_{|z|=2}Cos(z/(1+z))dz, 2. \int_0^{2\pi}Cos x dx/(3+2Sin x), 3. \int_{-\infty}^{infty}(x-1)Cos 2x dx/(x^2-2x+5)^2 4. \int_0^{2}x^{1/3}(2-x)^{2/3}dx/(x+1)^2

устный опрос , примерные вопросы:

Формула Кристоффеля - Шварца. Отображение произвольного треугольника. Отображение прямоугольника - эллиптический интеграл первого рода. Эллиптический синус. Понятие об автоморфных и в частности об эллиптических функциях. Модулярная функция. Теоремы Пикара о целых и мероморфных функциях.

устный опрос , примерные вопросы:

Формула Кристоффеля - Шварца. Отображение произвольного треугольника. Отображение прямоугольника - эллиптический интеграл первого рода. Эллиптический синус. Понятие об автоморфных и в частности об эллиптических функциях. Модулярная функция. Теоремы Пикара о целых и мероморфных функциях.

Тема 10. Теорема Миттаг-Лефлера (без доказательства). Теорема Коши о разложении мероморфной функции на простейшие дроби. Разложение некоторых элементарных функций в ряд главных частей. Бесконечные произведения, критерии сходимости. Разложение целых функций в бесконечные произведения. Теорема Вейерштрасса (без доказательства). Примеры.

устный опрос , примерные вопросы:

Теорема Миттаг-Лефлера (без доказательства). Теорема Коши о разложении мероморфной функции на простейшие дроби.

устный опрос , примерные вопросы:

Разложение целых функций в бесконечные произведения. Теорема Вейерштрасса (без доказательства). Примеры.

устный опрос , примерные вопросы:

Разложение целых функций в бесконечные произведения. Теорема Вейерштрасса (без доказательства). Примеры.

Тема 11. Гармонические функции на плоскости и их свойства. Задача Дирихле для односвязной области с жордановой границей. Разложение гармонических функций в ряды, связь с тригонометрическими рядами.

устный опрос , примерные вопросы:

Разложение гармонических функций в ряды, связь с тригонометрическими рядами.

устный опрос , примерные вопросы:

Разложение гармонических функций в ряды, связь с тригонометрическими рядами.

Итоговая форма контроля

зачет и экзамен (в 4 семестре)

Итоговая форма контроля

зачет и экзамен (в 5 семестре)

Примерные вопросы к :

1. 1. Понятие о комплексных числах и действиях над ними. Геометрическая интерпретация комплексных чисел.

2. Изображение комплексных чисел на сфере Римана. Формулы стереографической проекции.

3. Круговое свойство стереографической проекции.

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

4. Свойство консерватизма углов при стереографической проекции.
5. Преобразование комплексной плоскости, соответствующее вращению сферы Римана на угол \pi вокруг диаметра параллельного оси x.
6. Комплекснозначные функции комплексного переменного.
7. C- дифференцируемость функции комплексного переменного.
8. Производная функций комплексного переменного, условия Коши-Римана.
9. Понятие голоморфной функции. Геометрический смысл C- дифференцируемости.
10. Гидродинамический смысл C- дифференцируемости.
11. Дробно-линейная функция. Групповые свойства и круговое свойство.
12. Свойство сохранения симметричных точек при дробно-линейном отображении.
13. Свойство инвариантности ангармонического отношения четырех точек при дробно-линейном отображении.
14. Классификация дробно-линейных отображений.
15. Функция Жуковского.
16. Показательная функция.
17. Тригонометрические и гиперболические функции.
18. Криволинейный интеграл от функций к.п. и его свойства.
19. Интегральная теорема Коши для треугольника
20. Теоремы о существовании локальной первообразной и первообразной вдоль пути.
21. Глобальная интегральная теорема Коши.
22. Интеграл Коши, интегральная формула Коши.
23. Формула Коши-Грина.
24. Интеграл типа Коши.
25. Теоремы о существовании производных высших порядков, о среднем и теорема Морера.
26. Первая теорема Вейерштрасса.
27. Степенные ряды, первая теорема Абеля и формула Коши-Адамара.
28. Ряд Тэйлора, теорема Тэйлора.
29. Теорема единственности.
30. Нули голоморфной функции, неравенство Коши для коэффициентов ряда Тэйлора, теорема Лиувилля.
31. Ряд Лорана, теорема Лорана.
32. Класссификация изолированных особых точек, устранимая особая точка и полюс.
33. Существенно особая точка, теорема Сохоцкого.
34. Целые и мероморфные функции.
35. Теория вычетов, теорема Коши о вычетах.
36. Теорема Коши о полной сумме вычетов, вычисления вычета в полюсе порядка n.
37. Вычисление некоторых вещественных интегралов, лемма Жордана.
38. Теорема Коши о разложении мероморфной функции на простейшие дроби.
39. Разложение функции в ряд главных частей.
40. Непосредственное аналитическое продолжение. Аналитическое продолжение по кривой, теорема единственности. Теорема об инвариантности аналитического продолжения по гомотопным путям (формулировка).
41. Принцип симметрии Римана-Шварца.
42. Понятие об аналитической функции. Теорема Пуанкаре - Вольтерра, теорема о монодромии.
43. Понятие о римановой поверхности. Римановы поверхности некоторых элементарных функций.
44. Изолированные особые точки аналитических функций

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

45. Теорема о представлении аналитической функции в окрестности ее точки ветвления конечного порядка.

46. Применение теории вычетов к вычислению интеграла от логарифмической производной голоморфной функции.

47. Принцип аргумента. Теорема Руше.

48. Принцип сохранения области.

49. Ряд Бурмана - Лагранжа.

50. Принцип максимума модуля, лемма Шварца.

51. Группы автоморфизмов канонических областей.

52. Теорема Римана (единственность) и теорема о соответствии границ. Принцип взаимнооднозначного соответствия границ. (формулировки).

53. Формула Кристоффеля - Шварца.

54. Отображение произвольного треугольника.

55. Отображение прямоугольника - эллиптический интеграл первого рода.

56. Модулярная функция.

57. Теоремы Пикара о целых и мероморфных функциях.

58. Гармонические функции на плоскости и их свойства.

7.1. Основная литература:

1. Теория функций комплексной переменной: учебник для вузов / А. Г. Свешников, А. Н. Тихонов.?Издание 6-е, стереотипное.?Москва: Физматлит, 2010.?336 с.

2. Теория функций комплексной переменной: учебник для вузов / А. Г. Свешников, А. Н. Тихонов.?Издание 6-е, стереотипное.?Москва: Физматлит, 2010.?336 с. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=48167

3. Евграфов М.А. Аналитические функции. Санкт-Петербург: Лань, 2008. - 448 с.

http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=134

4.Л.И. Волковыский, Г.Л. Лунц, И.Г .Араманович. Сборник задач по теории функций комплексного переменного. М.: Физматлит, 2006. - 312 с. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2763

5.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. ; 21 см. ? Посвящается 200-летию Казанского университета .? Библиогр.: с. 114-115 .

7.2. Дополнительная литература:

1. Киясов, Сергей Николаевич. Введение в теорию функций комплексного переменного: [примеры и задачи: метод. пособие] / С. Н. Киясов, Ю. В. Обносов, Л. Г. Салехов; Казан. гос. ун-т, Мех.-мат. фак..?Казань: КГУ, 2004.?35 с.;

2.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) .? Загл. с экрана .? Режим доступа: открытый.

Оригинал копии: 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. ; 21.

<URL:http://libweb.kpfu.ru/ebooks/publicat/0-746576.pdf>.

7.3. Интернет-ресурсы:

Ангилейко И.М., Козлова Р.В. Задачи по теории функций комплексной переменной. Мн.: Выш. школа - http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/AngilejkoKozlova1976ru.djvu

Бицадзе А.В. Основы теории аналитических функций комплексного переменного. М.: Наука, - http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/Bicadze1969ru.djvu

Гурвиц А., Курант Р. Теория функций. М.: Наука, - http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/GurvicKurant1968ru.djvu

Евграфов М.А. (ред.) Сборник задач по аналитической теории функций (2-е изд.). М.: Наука - http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/Evgrafov1972ru.djvu

Лаврентьев М.А., Шабат Б.В. Методы теории функций комплексного переменного. М.: Наука - http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/Lavrentev1946ru.djvu

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Комплексный анализ" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

учебные аудитории для проведения лекционных и семинарских занятий.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 01.03.01 "Математика" и профилю подготовки Общий профиль .

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Автор(ы):
Обносов Ю.В. _____
"__" _____ 201 __ г.

Рецензент(ы):
Насыров С.Р. _____
Гарифьянов Фархат Нургаязович _____
"__" _____ 201 __ г.