МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Факультет математики и компьютерных наук

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Комплексный анализ»

Кафедра *дифференциальных уравнений и функционального анализа* факультета *математики и компьютерных наук*

Образовательная программа:
02.03.01 Математика и компьютерные науки

Профиль подготовки:
«Математический анализ и приложения»

Уровень высшего образования:
бакалавриат

Форма обучения:
Очная

Статус дисциплины: *входит в обязательную часть ОПОП, фундаментальный модуль ОПОП*

Махачкала - 2021

Рабочая программа дисциплины **«Комплексный анализ»** составлена в 2021 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки *02.03.01 Математика и компьютерные науки (уровень бакалавриат)* от 23.08.2017, № 807

Разработчик: *кафедра дифференциальных уравнений и функционального анализа*, Сиражудинов М.М., д. ф.-м.н., профессор

Рабочая программа дисциплины одобрена:
на заседании кафедры ДУ и ФА от 31.05.2021 г., протокол № 10

Зав. кафедрой _____ Сиражудинов М.М.

на заседании Методической комиссии факультета М и КН от 23.06.2021г., протокол № 6

Председатель _____ Бейбалаев В.Д.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением 9.07.2021г.

Начальник УМУ _____ Гасангаджиева А.Г.

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина Комплексный анализ входит в обязательную часть образовательной программы бакалавриата по направлению (специальности) **02.03.01 Математика и компьютерные науки.**
Дисциплина реализуется на факультете математики и компьютерных наук, кафедрой дифференциальные уравнения и функциональный анализ.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с комплексными числами, аналитическими функциями и теории вычетов. Применяются в гидродинамике, в теории упругости и т.д. Дисциплину «Комплексный анализ» необходимо изучить для исследования вопросов связанных с методами математической физики.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника:

- Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач (УК-1);
- Способен консультировать и 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 профессиональной деятельности (ОПК-1);
- Способен демонстрировать базовые знания математических и естественных наук, основ программирования и информационных технологий (ПК-1).

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: лекции, практические занятия и самостоятельная работа.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме: контрольной работы и коллоквиума, промежуточный контроль в форме экзамена.

Объем дисциплины 4 зачетных единиц, в том числе в академических часах по видам учебных занятий

Семестр	Учебные занятия								Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен
	в том числе:								
	всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем						СРС, в том числе экзамен	
		всего	из них						
			Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР	консультации		
5	144	64	32	-	32	-	-	80	экзамен

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины Комплексный анализ являются изучение комплексных чисел. Изучение, на базе вещественного анализа, теории функций комплексного переменного. Ознакомление с прикладными аспектами комплексного анализа. Ознакомление с фундаментальными свойствами аналитических функций.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина «Комплексный анализ» входит в обязательную часть образовательной программы бакалавриата по направлению 02.03.01 Математика и компьютерные науки

Курс комплексного анализа преподается на 3 курсе, после изучения вещественного анализа, алгебры и геометрии. Комплексный анализ преподается параллельно с курсом «Уравнения в частных производных». В частности, в обоих курсах изучаются свойства гармонических функций и приводится сравнительный анализ в комплексном анализе в связи с сопряженными гармоническими функциями, а в уравнениях в частных производных – с задачей Дирихле для уравнения Лапласа.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения.

Код и наименование компетенции из ОПОП	**Код и наименование индикатора достижения компетенции**	**Планируемые результаты обучения**	**Процедура оценивания**
УК-1.Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1.Знает принципы сбора, отбора и обобщения информации.	Знает: структуру задач в области математики, теоретической механики и физики, а также базовые составляющие таких задач. Умеет: анализировать постановку данной математической задачи, необходимость и (или) достаточность информации для ее решения. Владеет: навыками сбора, отбора и обобщения научной информации в области математических дисциплин	Устный опрос, коллоквиум
	УК-1.2.Умеет соотносить разнородные явления и систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности.	Знает: принципы математического моделирования разнородных явлений, систематизации научной информации в области математики и компьютерных наук. Умеет: системно подходить к решению задач на разнородные явления в области математики и компьютерных наук. Владеет: навыками систематизации разнородных явлений путем математических интерпретаций и оценок.	

	УК-1.3.Имеет практический опыт работы с информационными источниками, опыт научного поиска, создания научных текстов.	Знает: современные методы сбора и анализа научного материала с использованием ин-формационных технологий; основные методы работы с ресурсами сети Интернет. Умеет: применять современные методы и средства автоматизированного анализа и систематизации научных данных; практически использовать научнообразовательные ресурсы	

		Интернет в научных исследованиях и в деятельности педагога. Владеет: навыками использования информационных технологий в организации и проведении научного исследования; навыками использования современных баз данных; навыками применения мультимедийных технологий обработки и представления информации; навыками автоматизации подготовки документов в различных текстовых и графических редакторах.	

ОПК-1. Способен консультировать и 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 профессиональной деятельности	ОПК-1.1.Обладает базовыми знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук.	*Знает:* теоретические основы базовых математических дисциплин (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), а также теоретической механики, физики. *Умеет:* решать задачи, связанные с исследованием свойств функций и их производных, с интегрированием, с изучением функциональных рядов, с дифференциальными уравнениями, с численным решением дифференциальных уравнений, с алгебраическими уравнениями и их системами. *Владеет:* базовыми методами современного математического анализа по исследованию математических и естественнонаучных	Устный опрос, коллоквиум
	ОПК-1.2.Умеет использовать их в профессиональной деятельности.	*Знает:* способы использования знаний в различных областях математики при решении конкретных задач в области математики и естественных	

		наук. *Умеет:* применять различные методы современного математического анализа по исследованию математических и естественнонаучных задач. *Владеет:* навыками применения методов современного математического анализа при решении конкретных задач в области математики и естественных наук.	

	ОПК-1.3. Имеет навыки выбора методов решения задач профессиональной деятельности на основе теоретических знаний.	*Знает:* различные методы современного математического анализа по исследованию математических и естественнонаучных задач. *Умеет:* корректно выбрать методы решения конкретной задачи в области математики и естественных наук. *Владеет:* навыками выбора методов решения задач современного математического анализа.	
ПК-1. Способен демонстрировать базовые знания математических и естественных наук, основ программирования и информационных технологий	ПК-1.1. Обладает базовыми знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук, программирования и информационных технологий	Знает: основы математического анализа и различные приложения дифференциального и интегрального исчисления в математических и естественных науках; современные языки программирования и современные информационные технологии. Умеет: применять дифференциальное и интегральное исчисления для решения различных за дач математических и естественных наук; составлять программы на современных языках программирования. Владеет: базовыми методами дифференциального и интегрального исчислений; навыками программирования на современных языках	Контрольная работа, коллоквиум
	ПК-1.2. Умеет находить, формулировать и решать стандартные	Знает: области применения дифференциального и интегрального исчисления;	

	задачи в собственной научно-исследовательской деятельности в математике и информатике..	различные языки программирования. Умеет: решать задачи, связанные: с исследованием свойств функций и их производных, с изучением функциональных рядов, с оценкой погрешности аппроксимации функций; применять различные языки программирования в численном анализе. Владеет: методами дифференциального исчисления для исследования функций и навыками приложения интегрального исчисления к геометрии, физике.	
	ПК-1.3. Имеет практический опыт научно-исследовательской деятельности в математике и информатике.	Знает: методы исследования функций с помощью производных, вычисления интегралов; методы исследования сходимости рядов; числен- ные методы анализа; современные информационные технологии. Умеет: применять методы исследования функций с помощью производных, вычисления интегралов и методы исследования сходимости рядов в численном анализе с использованием современных информационных технологий. Владеет: навыками решения задач численного анализа с использованием методов дифференциального и интегрального исчислений.	

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет зачетных единиц 4, академических часов 144. 4.2. Структура дисциплины.

Названия разделов и тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Аудиторные занятия, в том числе				Самостоят· работа	Формы текущего контроля успеваемости *(по неделям семестра)* Форма промежуточной аттестации *(по семестрам)*
			лекции	практ. занятия	лабор. работы	Контр. сам. раб.		
Пятый семестр								
Модуль I. Функции комплексного переменного								
1. Комплексные числа.	5		2	4			10	
2. Функции комплексного переменного.	5		4	6			10	Коллоквиум
Всего по модулю 1	***36***		***6***	***10***			**20**	
Модуль II. Элементарные функции								
1. Элементарные функции и конформные отображения.	5		6	6			24	Контрольная работа
Всего по модулю 2	***36***		***6***	***6***			**24**	
Модуль III. Теория интеграла и вычеты								
1. Теория интеграла.	5		6	4				
2. Ряды Тейлора и Лорана.	5		4	4				Коллоквиум
3. Вычеты. Приложения	5		10	8				
Всего по модулю 3	***36***		***20***	***16***				
Модуль IV. *Промежуточная* аттестация								
1. Экзамен	5						**36**	
ИТОГО	**144**		**32**	**32**			**90**	

4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине. Модуль

I.

Тема 1. Комплексные числа. Комплексные числа и операции над ними. Алгебраическая форма комплексных чисел. Модуль и аргумент. Тригонометрическая форма комплексных чисел. Теоремы умножения и деления в тригонометрической форме. Формула Муавра. Стереографическая проекция. Сфера Римана.

Тема2. Топологические понятия. Последовательности и ряды комплексных чисел. Функция комплексного переменного. Предел, непрерывность функции комплексного переменного. Слинейные

и R-линейные функции. C-дифференцируемость и R-дифференцируемость функций комплексного переменного. Теорема о существовании частных производных.
Условия Коши-Римана. Производная. Производная по направлению. Аналитические функции. Конформные отображения. **Модуль II.**
Тема 3. Элементарные функции и конформные отображения. Дробно-линейные отображения. О гомеоморфности, конформности дробно-линейных отображений. Круговое свойство дробнолинейных отображений. Точки симметричные относительно окружности. Свойство сохранения симметрии дробно-линейных отображений. Группа дробно-линейных отображений. Специальные дробно-линейные отображения. Дробно-линейное отображение верхней полуплоскости на единичный круг. Дробно-линейное отображение единичного круга на единичный круг. Функция e^z, определение и свойства. Тригонометрические функции комплексного переменного. Формулы Эйлера. Степенные и показательные функции a^z, z^a. Функция $\mathrm{Ln}z$.

Модуль III.

Тема 4. Теория интеграла..

Путь и кривая. Определение интеграла по пути. Свойство ортогональности степеней. Свойства интеграла: линейность, аддитивность, эквивалентность, ориентируемость, неравенства. Интеграл по кривой. **.** Интегральные теоремы Коши. Интегральная теорема Коши для треугольников. Лемма Гурса. Интегральная теорема Коши для односвязных областей. Интегральная теорема Коши для многосвязных областей. Интегральная формула Коши. Первообразная.

Тема 5. Ряды Тейлора и Лорана.

Степенные ряды. Признак Коши-Адамара. Об аналитичности суммы степенного ряда и следствия из него. Ряд Тейлора. Неравенства Коши. Теорема Лиувилля. О единственности разложения функции в степенной ряд. Нули аналитической функции. Порядок нуля. Теорема о единственности аналитической функции.Ряд Лорана. Главная часть ряда Лорана. О единственности разложения в ряд Лорана. Неравенства Коши.

Тема 6. Вычеты. Приложения. Особые точки аналитической функции. Изолированные особые точки и их классификация. Устранимая особая точка, полюс и существенно особая точка. Порядок полюса. О связи изолированных особых точек с разложением в ряд Лорана. Изолированная особая точка ∞. Ряд Лорана в точке ∞ и о его связи с типом особенности в ∞. Понятие вычета в конечной изолированной особой точке. Вычет в конечной изолированной особой точке равен коэффициенту c_{-1} из разложения в ряд Лорана. Формулы для нахождения вычета в полюсе. Вычет в изолированной особой точке ∞ равен коэффициенту c_{-1} из разложения в ряд Лорана, умноженному на -1.Теорема Коши о вычетах. Теорема о полной сумме вычетов. Применение вычетов для нахождения интегралов по пути. Применение вычетов для нахождения определенных интегралов. Применение вычетов для нахождения несобственных интегралов. Логарифмический вычет. .Индекс функции. Принцип аргумента. Принцип сохранения областей. Теорема Руше. Основная теорема алгебры комплексных чисел. Принцип максимума модуля аналитической функции. Теорема о среднем значении. Целые и мероморфные функции. Классификация аналитических функций по виду особенности на бесконечности. Целые функции. Целые трансцендентные функции. Мероморфные функции. О разложении дробно рациональной функции на элементарные дроби.

4.3.2. Содержание практических занятий по дисциплине
Модуль I.
Тема 1. Комплексные числа. Комплексные числа и операции над ними. Алгебраическая форма комплексных чисел. Модуль и аргумент. Тригонометрическая форма комплексных чисел. Теоремы умножения и деления в тригонометрической форме. Формула Муавра. Стереографическая проекция.

Сфера Римана.
Тема2. Топологические понятия. Последовательности и ряды комплексных чисел. Функция комплексного переменного. Предел, непрерывность функции комплексного переменного. Слинейные и R-линейные функции. C-дифференцируемость и R-дифференцируемость функций комплексного переменного. Теорема о существовании частных производных.
Условия Коши-Римана. Производная. Производная по направлению. Аналитические функции. Конформные отображения. **Модуль II.**
Тема 3. Элементарные функции и конформные отображения. Дробно-линейные отображения. О гомеоморфности, конформности дробно-линейных отображений. Круговое свойство дробнолинейных отображений. Точки симметричные относительно окружности. Свойство сохранения симметрии дробно-линейных отображений. Группа дробно-линейных отображений. Специальные дробно-линейные отображения. Дробно-линейное отображение верхней полуплоскости на единичный круг. Дробно-линейное отображение единичного круга на единичный круг. Функция e^z, определение и свойства. Тригонометрические функции комплексного переменного. Формулы Эйлера. Степенные и показательные функции a^z, z^a. Функция Lnz.

Модуль III.

Тема 4. Теория интеграла..

Путь и кривая. Определение интеграла по пути. Свойство ортогональности степеней. Интегральные теоремы Коши.. Интегральная формула Коши. Первообразная.

Тема 5. Ряды Тейлора и Лорана. Степенные ряды. Признак Коши-Адамара. Ряд Тейлора. Нули аналитической функции. Порядок нуля. Теорема о единственности аналитической функции. Ряд Лорана. Главная часть ряда Лорана.

Тема 6. Вычеты. Приложения .Особые точки аналитической функции. Устранимая особая точка, полюс и существенно особая точка. Порядок полюса.. Вычет в конечной изолированной особой точке. Формулы для нахождения вычета в полюсе. Вычет в изолированной особой точке ∞. Применение вычетов для нахождения интегралов по пути. Применение вычетов для нахождения определенных интегралов. Применение вычетов для нахождения несобственных интегралов. Логарифмический вычет. **5. Образовательные технологии**

В основе преподавания дисциплины лежит лекционно-семинарская система обучения, что связано с необходимостью активного продумывания теоретического материала, содержащего глубокие и абстрактные понятия. Индивидуальные особенности обучающихся учитываются подбором заданий разного уровня сложности для самостоятельной работы студентов.
По данной дисциплине учебным планом предусмотрено также проведение занятий в интерактивных формах. Лекции проводятся в аудиториях, оснащенных видеопроекторами. В университете функционирует Центр современных образовательных технологий, в котором предусматриваются мастер-классы специалистов.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

Учебно-методическая литература для самостоятельной работы
[1] «Введение в комплексный анализ. Часть 1» Шабат Б.В., М.: «Наука», 1986.
[2] «Теория функций комплексного переменного» Магомедов Г.А., Сиражудинов М.М., Рагимханов Р.К., Махачкала, ИПЦ ДГУ, 2010.

Задания для самостоятельной работы

Задание 1. Перечень вопросов для самостоятельной работы

№	Вопросы	Литература
1	Функции e^z, $\sin z$, $\cos z$ и их свойства.	[1], с. 69-78
2	Конформные отображения.	[2], с. 29-34
3	Обратимость некоторых элементарных функций	[2], с. 34-36
4	Римановы поверхности	[2], с. 97-102; [1], с. 190-198
5	Точки ветвления	[1], с. 185-191
6	Теорема Вейерштрасса	[1], с. 120-123
7	Аналитическое продолжение	[1], с. 154-163; [2], с. 89-93
8	Особые точки многозначного характера.	[1], с. 183-189; [2], с. 89-93
9	Вычисление интегралов	[2], с. 78-86
10	Теоремы Пикара	[1], с. 243-248

Задание 2. Рефераты и доклады по темам для самостоятельной работы приведены ниже в п. 7.2.1

7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

7.2. Типовые контрольные задания

7.2.1 Примерные темы рефератов и курсовых работ:

1. Использование вычетов для вычисления несобственных интегралов
2. Использование вычетов для вычисления собственных интегралов
3. Изолированные особые точки
4. Использование вычетов для суммирования рядов
5. Римановые поверхности.

7.2.2 Вопросы к коллоквиуму

1. Понятие аналитичности функции в точке, в области. Необходимые и достаточные условия аналитичности.
2. Основные свойства аналитических функций
   а) независимость интеграла от пути
   б) разложимость в степенной ряд (Теорема Тейлора)
   в) бесконечная дифференцируемость аналитических функций
   г) принцип единственности аналитических функций
3. Различные определения однозначной аналитической функции.
   4.Ряд Лорана. Сходимость.
   5.Разложение функции в ряд Лорана (Теорема Лорана).
   6.Разложение функции в окрестности бесконечно-удаленной точки. 7.
   Изолированные особые точки однозначного характера и их типы
   8. Теорема Сохоцкого.
   9.Теорема Пикара.

10. Вычеты. Определения.
11. Формулы для вычетов относительно полюса. 12
    Основная теорема о вычетах.
13. Приложения вычетов к вычислению интегралов.
14. Целые и мероморфные функции.

7.2.3. Вопросы к экзамену по дисциплине

1. Комплексные числа. Модуль и аргумент. Комплексно-сопряженные числа 2.
Тригонометрическая форма комплексного числа. Формула Муавра.
3. Стереографическая проекция. Сфера Римана.

4. Топологические понятия на C и $\overline{C}$.
5. Последовательность. Предел последовательности. Числовой ряд.
6. Функции комплексного переменного. Предел и непрерывность.
7. C-линейные и R-линейные функции. Геометрический смысл
   C-линейного отображения
8. C и R – дифференцируемость. Теорема о существовании частных производных.
9. Условия Коши-Римана.
10. Производная. Аналитические функции.
11. Геометрический смысл производной. Понятие конформного отображения.
12. Дробно-линейные отображения. О гомеоморфности.
13. О конформности дробно-линейного отображения.
14. Круговое свойство дробно-линейных отображений.
15. Точки симметричные относительно окружности. Построение и свойства симметричных точек.
16. Сохранение симметрии при дробно-линейных отображений.
17. Группа дробно-линейных отображений. Дробно-линейные изоморфизмы.
18. Дробно-линейные отображения верхней полуплоскости на единичный круг и единичного круга на единичный круг.

19. Функция $w = z^n$. Области однолистности.

20. Показательная функция e^z . Области однолистности.

21. Свойства функции e^z .
22. Тригонометрические функции cos z и sin z.

23. Функции $Ln\ z$, a^z , z^a .

24. Путь и кривая.
25. Интеграл по пути. Ортогональность степеней.
26. Линейность, аддитивность и инвариантность интеграла.
27. Ориентируемость интеграла и оценки интеграла.
28. Первообразная.
29. Интегральная теорема Коши для односвязных и для многосвязных областей.
30. Локальная первообразная.
31. Интегральная формула Коши.
32. Ряд Тейлора. Теорема Абеля.
33. Неравенства Коши. Теорема Лиувилля
34. Признак Коши. Круг сходимости. Радиус сходимости.
35. Об аналитичности суммы степенного ряда. Следствия из него. 36. Нули аналитических функций. Порядок нуля

37. Теорема о единственности.
38. Теорема Морера
39. Ряд Лорана
40. О единственности разложения в ряд Лорана.
41. Неравенства Коши. Главная часть ряда Лорана.
42. Особые точки и их классификация
43. Классификация особых точек при помощи ряда Лорана (устранимая особая точка).
44. Классификация особых точек при помощи ряда Лорана (полюс и существенно особая точка).
45. Особая точка .
46. Вычеты. Теорема Коши о вычетах.
47. Об аналитичности суммы степенного ряда. Следствия из него.
48. Формулы для вычисления вычетов.
49. Вычет на бесконечности. Теорема о полной сумме вычетов
50. Логарифмический вычет.
51. Индекс функции. Принцип аргумента
52. Принцип сохранения областей
53. Теорема Руше. Основная теорема алгебры комплексных чисел.
54. Стереографическая проекция.
55. Принцип максимума модуля аналитической функции.
56. Принцип минимума
57. Интегральная теорема Коши для треугольников
58. Теорема о среднем значении

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

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающая из текущего контроля - 50% и промежуточного контроля – 50 %.
Текущий контроль по дисциплине включает:
- посещение занятий - 10 баллов,
- участие на практических занятиях -30 баллов,
- выполнение лабораторных заданий – 30 баллов,
- выполнение домашних (аудиторных) контрольных работ - 30баллов.
Промежуточный контроль по дисциплине включает:
- устный опрос -50 баллов,
- письменная контрольная работа -50 баллов,

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

а) основная литература:

1. Шабат, Борис Владимирович.
Введение в комплексный анализ. Ч.1 : Функции одного переменного / Шабат, Борис Владимирович ; Моск. гос. ун-т им. М.В.Ломоносова. - 4-е изд., стер. - СПб. : Лань, 2004. - 336 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 5-8114-0568-5 : 200-00. **2. Привалов, Иван Иванович.**

Введение в теорию функций комплексного переменного : учебник / Привалов, Иван Иванович. - Изд. 15, стер. - СПб. [и др.] : Лань : Высш. шк. : Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 2009, 1999, 1984. – 432 с. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-0913-6 : 299-97.

3. **Магомедов, Гаджи Абдулкадырович.**

Теория функций комплексного переменного : учеб. пособие для практикума / Магомедов, Гаджи Абдулкадырович, Сиражудинов, Магомед Магомедалиевич, Рагимханов, Римихан Курбанович. - Махачкала : ИПЦ ДГУ, 2010, 20003. - 154 с. - ISBN 5-7788-0120-3 : 100-00.

4. Гусак А.А. Теория функций комплексной переменной и операционное исчисление [Электронный ресурс] / А.А. Гусак, Е.А. Бричикова, Г.М. Гусак. — Электрон. текстовые данные. — Минск: ТетраСистемс, 2002. — 208 c. — 985-470-054-2. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/28246.html

б) дополнительная литература:

1. **Сидоров, Ю.В.**

Лекции по теории функций комплексного переменного : учебник / Ю. В. Сидоров, М. В. Федорюк, М. И. Шабунин. - 3-е изд., испр. - М. : Наука, Гл. ред.физ.-мат. лит., 1989. - 480 с. - ISBN 5-02013954-8 : 1-30.

2. **Шабунин, Михаил Иванович.**

Сборник задач по теории функций комплексного переменного / Шабунин, Михаил Иванович, Е. С. Половинкин. - М. : БИНОМ. Лаб. знаний, 2009. - 362,[6] с. - (Технический университет). - Рекомендовано УМО вузов РФ по образованию в обл. приклад. мат. и физ. - ISBN 978-5-94774-330-2 : 215-00.

3. **Привалов, Иван Иванович.**

Введение в теорию функций комплексного переменного : учебник / Привалов, Иван Иванович. - Изд. 15, стер. - СПб. [и др.] : Лань : Высш. шк. : Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 2009, 1999, 1984. - 432 с. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-0913-6 : 299-97.

4. **Галкин С.В.** Теория функций комплексного переменного и операционное исчисление [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / С.В. Галкин. — Электрон. текстовые данные. — М. : Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2011. — 242 c. — 2227-8397. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/31301.html

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

№	Название	Электронный адрес	Содержание
1.	Math.ru	www.math.ru	Сайт посвящён математике (и математикам. Этот сайт — для школьников, студентов, учителей и для всех, кто интересуется математикой. Тех, кого интересует зона
			роста современной науки математика.

2.	Exponenta.ru	www.exponenta.ru	**Студентам:** - запустить установленный у Вас математический пакет, выбрать в списке примеров, решенных в среде этого пакета, подходящий и решить свою задачу по аналогии; **Преподавателям:** - использовать математические пакеты для поддержки курса лекций. **Всем заинтересованным пользователям:** **1.** – можно ознакомиться с примерами применения математических пакетов в образовательном процессе. **2.** – найти демо-версии популярных математических пакетов, электронные книги и свободно распространяемые программы.
3.	Математика	www.mathematics.ru	учебный материал по различным разделам математики – алгебра, планиметрия, стереометрия, функции, графики и другие.
4.	Российское образование.	www.edu.ru	федеральный образовательный портал: учреждения, программы, стандарты, ВУЗы, тесты ЕГЭ.
5.	Электронные каталоги Научной библиотеки ДГУ	http://elib.dgu.ru, http://edu.icc.dgu.ru	
6.	Общероссийский математический портал (MathNet.**Ru**)	www.mathnet.ru	Портал, предоставляет различные возможности в поиске информации о математической жизни в России Портал содержит разделы: журналы, видеотека, библиотека, персоналии, организации, конференции.

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Учебная программа по комплексному анализу распределена по темам и по часам на лекции и практические занятия; предусмотрена также самостоятельная учебная работа студентов. По каждой теме преподаватель указывает студентам необходимую литературу (учебники, учебные пособия, сборники задач и упражнений), а также соответствующие темам параграфы и номера упражнений и задач.

Самостоятельная работа студентов складывается из работы над лекциями, с учебниками, решения рекомендуемых задач, а также из подготовки к контрольным работам, коллоквиумам и сдаче экзамена.

При работе с лекциями и учебниками особое внимание следует уделить изучению основных понятий и определений по данному разделу, а также особенностям примененных методов и технологий доказательства теорем. Решение достаточного количества задач по данной теме поможет творческому овладению методами доказательства математических утверждений.

После изучения каждой темы рекомендуется самостоятельно воспроизвести основные определения, формулировки и доказательства теорем. Для самопроверки рекомендуется также использовать контрольные вопросы, приводимые в учебниках после каждой темы.

Основная цель практических занятий – подготовка студентов к самостоятельной работе над теоретическим материалом и к решению задач и упражнений.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.

При осуществлении образовательного процесса по комплексному анализу рекомендуются компьютерные технологии, основанные на операционных системах Windows, Ubuntu, Linux, прикладные программы Mathcad, Matlab, Mathematica, а также сайты образовательных учреждений и журналов, информационно-справочные системы, электронные учебники.
При проведении занятий рекомендуется использовать компьютеры, мультимедийные проекторы, интерактивные экраны.

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Университет обладает достаточной базой аудиторий для проведения всех видов занятий, предусмотренных образовательной программой дисциплины комплексный анализ. Кроме того, на факультете 4 компьютерных класса и 4 учебных класса, оснащенных компьютерами с соответствующим программным обеспечением и мультимедиа-проекторами.
В университете имеется необходимый комплект лицензионного программного обеспечения.