Министерство просвещения Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Ульяновский государственный педагогический университет
имени И.Н. Ульянова»
(ФГБОУ ВО «УлГПУ им. И.Н. Ульянова»)

Факультет физико-математического и технологического образования
Кафедра высшей математики

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методической работе
_____ С.Н. Титов
«25» июня 2021 г.

ОСНОВЫ КОМПЛЕКСНОГО АНАЛИЗА

Программа учебной дисциплины
Модуля «Специальные разделы предметной области»

основной профессиональной образовательной программы высшего образования – программы бакалавриата по направлению подготовки
44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки),

направленность (профиль) образовательной программы
Математика. Информатика
(очная форма обучения)

Составители:
Сибирева А.Р., к.ф.-м.н, доцент, доцент кафедры высшей математики
Макеева О.В., к.ф.-м.н, доцент кафедры высшей математики

Рассмотрено и одобрено на заседании ученого совета факультета физико-математического и технологического образования, протокол от «21» июня 2021г. №7

Ульяновск, 2021

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 01D77C644FC1E54000000006381D0002
Владелец: Титов Сергей Николаевич
Действителен: с 19.07.2021 до 19.07.2022

Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Основы комплексного анализа» относится к дисциплинам Блока 1 Дисциплины (Модули), Б1.В. Часть, формируемая участниками образовательных отношений, Модуль Б1.В.03 Специальные разделы предметной области учебного плана основной профессиональной образовательной программы высшего образования – программы бакалавриата по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки), направленность (профиль) образовательной программы «Математика. Информатика», очной формы обучения.

Дисциплина опирается на результаты обучения, сформированные в рамках школьного курса «Алгебра и начала математического анализа» или соответствующих дисциплин среднего профессионального образования. Дисциплина опирается на результаты обучения, сформированные в рамках математического анализа, использует материал дисциплины «Алгебра» (раздел – комплексные числа). Результаты изучения дисциплины являются необходимыми для изучения дисциплин по выбору «Элементы функционального анализа», «Теория линейных операторов», «Избранные вопросы математического анализа». В рамках данного курса, обязательного для всех студентов, предполагается первоначальное знакомство с основными объектами и методами теории функций комплексной переменной.

1. Перечень планируемых результатов обучения (образовательных результатов) по дисциплине

Цель дисциплины «Основы комплексного анализа» является освоение бакалавром системы базовых понятий, структур, методов математического анализа в широком смысле в его современной форме, формирование умения работать с математическими объектами высокого уровня абстракции, развитие математического мышления, формирование навыков решения задач.

Задачи дисциплины связаны с формированием общекультурных и профессиональных компетенций и включают формирование логической и алгоритмической культуры, системных знаний по базовым разделам современной математики, представлений о структуре математического знания в целом.

В результате освоения программы бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине «Основы комплексного анализа» (в таблице представлено соотнесение образовательных результатов обучения по дисциплине с индикаторами достижения компетенций):

Компетенция и индикаторы ее достижения в дисциплине	Образовательные результаты дисциплины (этапы формирования дисциплины)		
	знает	умеет	владеет
ПК-12 - Способен выделять структурные элементы, входящие в систему познания предметной области (в соответствии с профилем и уровнем обучения), анализировать их в единстве			

содержания, формы и выполняемых функций. ПК-12.1. Знает формулировки определений, содержательное значение терминов и понятий предметной области, правила и алгоритмы оперирования с объектами предметной области, понимает взаимосвязь между структурными элементами; имеет представление о функциях и практическом применении изучаемых объектов. ПК-12.2. Умеет выделять и анализировать структурные элементы, входящие в систему познания предметной области; определять логическую взаимосвязь между компонентами предметной области; строить логически верные и обоснованные рассуждения; решать задачи предметной области. ПК-12.3. Владеет профессиональной терминологией и основами профессиональной речевой культуры; методами доказательных рассуждений; методами анализа изучаемых объектов,	ОР-1. Основные понятия дисциплины, определения, содержательное значение терминов и их взаимосвязь, алгоритмы доказательств и решения задач	ОР-2 Решать задачи по дисциплине, проводить доказательства, классифицировать и систематизировать основные изучаемые объекты, строить логически верные рассуждения	

методами систематизации и структурирования знаний в предметной области, основами моделирования в предметной области.			
ПК-14. Способен устанавливать содержательные, методологические и мировоззренческие связи предметной области (в соответствии с профилем и уровнем обучения) со смежными научными областями ИПК-14.1. Знает роль и возможности применения аппарата предметной области в смежных научных областях, их методологическое и мировоззренческое значение; имеет представление о междисциплинарных связях, научных методах смежных областей ИПК-14.2. Умеет определять роль полученных знаний для смежных областей и для школьного курса, применять полученные знания в решении прикладных задач.	ОР-3. возможности применения полученных сведений к решению задач курса математики, а также в смежных научных областях	ОР-4. решать задачи курса математики повышенной сложности, решать и составлять прикладные задачи по дисциплине	

2. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Номер семестра	Учебные занятия						Форма итоговой аттестации
	Всего		Лекции, час	Лабораторные занятия, час	Практические занятия, час	Самостоятельная работа, час	
	Трудоемкость						
	Зачет. ед.	Часы					
5	2	72	12	-	20	40	зачет
Итого:	2	72	12	-	20	40	

3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

3.1.Указание тем (разделов) и отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

Наименование раздела и тем	Количество часов по формам организации обучения			
	Лекционные занятия	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятель-ная работа
5 семестр				
Раздел 1. Введение в комплексный анализ	2	-	2	10
Раздел 2. Дифференциальное исчисление функций комплексной переменной	2	-	4	10
Раздел 3. Степенные ряды и комплексной области. Ряды Лорана. Элементарные функции	4	-	6	10
Раздел 4. Интегральное исчисление функций комплексной переменной. Особые точки. Вычеты	4	-	6	10
ИТОГО:	**12**	**-**	**20**	**40**

3.2.Краткое описание содержания тем (разделов) дисциплины

Краткое содержание курса (5 семестр)

1. **Введение в комплексный анализ.** Поле С комплексных чисел. Множество комплексных чисел как банахово пространство. Окрестности. Расширенная комплексная плоскость. Сфера Римана. Стереографическая проекция. Сходимость последовательностей. Ряды комплексныъ чисел. Комплекснозначные функции действительной переменной и кривые на комплексной плоскости; дифференцирование и интегрирование комплекснозначных функций действительной переменной. Функция комплексной переменной; её действительная и мнимая части, геометрическое истолкование; предел, непрерывность и равномерная непрерывность. Многозначные функции.

Интерактивная форма: Интерактивная лекция «Введение в комплексный анализ» (параллели с вещественным анализом).

2. **Дифференциальное исчисление функций комплексной переменной.** Линейная функция комплексной переменной и задаваемое ею преобразование комплексной плоскости. Дифференцируемые функции комплексной переменной. Производная. Геометрический смысл модуля и аргумента производной. Конформные отображения. Условия Коши-Римана. Понятие аналитической функции комплексной переменной (в точке, в области; определение в терминах дифференцируемости). Гармонические функции и их связь с аналитическими. Степенная функция в комплексной плоскости и задаваемое ею отображение. Однолистные функции, области однолистности.

Интерактивная форма: Работа в микрогруппах (восстановление функции по её действительной или мнимой части, геометрическая иллюстрация соответствующего отображения).

3. **Степенные ряды и комплексной области. Ряды Лорана. Элементарные функции и задаваемые ими конформные отображения.** Последовательности и ряды функций комплексной переменной. Степенные ряды: круг и радиус сходимости. Дифференцирование степенных рядов. Определение аналитической функции как суммы степенного ряда. Понятие об аналитическом продолжении (с действительной оси в комплексную плоскость). Экспонента, основные тригонометрические и гиперболические функции в комплексной области, связь между ними. Дробно-линейная функция. Ряды Лорана и их области сходимости. Радикал. Понятие римановой поверхности. Логарифмическая функция в комплексной области. Степень с произвольным комплексным показателем. Обратные тригонометрические и обратные гиперболические функции. Изолированные особые точки аналитических функций и точки ветвления.

Интерактивные формы: Интерактивная лекция «Степенные ряды и ряды Лорана» (параллели с вещественным анализом).

4. **Интегрирование функций комплексной переменной.** Интеграл от функции комплексной переменной по кусочно-гладкой кривой. Теорема Коши. Первообразная и интеграл. Теорема Морера.
   Интегральная формула Коши. Разложение аналитической функции в степенной ряд. Равносильность двух определений аналитической функции. Неравенство Коши для коэффициентов степенного ряда. Бесконечная дифференцируемость аналитической функции.
   Целые функции. Алгебраическая замкнутость поля С.
   Разложение аналитической функции в ряд Лорана. Классификация изолированных особых точек однозначной аналитической функции. Разложение в ряд Лорана в окрестности бесконечно удаленной точки. Мероморфные функции.
   Вычет аналитической функции. Вычисление вычетов. Применение теории вычетов к вычислению определенных и несобственных интегралов.

Интерактивная форма: Работа в микрогруппах, бенефис задачи (вычисление комплексных и вещественных интегралов различными способами).

4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Самостоятельная работа студентов является особой формой организации учебного процесса, представляющая собой планируемую, познавательно, организационно и методически направляемую деятельность студентов, ориентированную на достижение

конкретного результата, осуществляемую без прямой помощи преподавателя. Самостоятельная работа студентов является составной частью учебной работы и имеет целью закрепление и углубление полученных знаний и навыков, поиск и приобретение новых знаний, а также выполнение учебных заданий, подготовку к предстоящим занятиям и экзамену. Она предусматривает, как правило, разработку рефератов, написание докладов, выполнение творческих, индивидуальных заданий в соответствии с учебной программой (тематическим планом изучения дисциплины). Тема для такого выступления может быть предложена преподавателем или избрана самим студентом, но материал выступления не должен дублировать лекционный материал. Реферативный материал служит дополнительной информацией для работы на практических занятиях. Основная цель данного вида работы состоит в обучении студентов методам самостоятельной работы с учебным материалом. Для полноты усвоения тем, вынесенных в практические занятия, требуется работа с первоисточниками. Курс предусматривает самостоятельную работу студентов со специальной литературой. Следует отметить, что самостоятельная работа студентов результативна лишь тогда, когда она выполняется систематически, планомерно и целенаправленно.

Задания для самостоятельной работы предусматривают использование необходимых терминов и понятий по проблематике курса. Они нацеливают на практическую работу по применению изучаемого материала, поиск библиографического материала и электронных источников информации, иллюстративных материалов. Задания по самостоятельной работе даются по темам, которые требуют дополнительной проработки.

Общий объем самостоятельной работы студентов по дисциплине включает аудиторную и внеаудиторную самостоятельную работу студентов в течение семестра.

Аудиторная самостоятельная работа осуществляется в форме выполнения тестовых заданий, кейс-задач, письменных проверочных работ по дисциплине. Аудиторная самостоятельная работа обеспечена базой тестовых материалов, кейс-задач по разделам дисциплины.

Внеаудиторная самостоятельная работа осуществляется в формах:
- подготовки к устным докладам;
- решение задач (домашних заданий) по изучаемым темам;
- выполнение групповых интерактивных заданий.

ОС-1. Индивидуальная контрольная работа

1. Найти все значения корня $\sqrt[4]{-8+i8\sqrt{3}}$.

2. Представить в алгебраической форме число $\mathrm{Ln}\,(-1-i)$.

3. Представить в алгебраической форме число $\mathrm{Arcth}\left(\dfrac{3-i2\sqrt{3}}{7}\right)$.

4. Вычертить область, заданную неравенствами: $|z-1+i|\geq 1,\ \mathrm{Re}\,z<1, \mathrm{Im}\,z\leq -1.$

5. Определить вид кривой $z(t)=4\mathrm{cosec}\ t-i2\mathrm{ctg}\ t.$

6. Восстановить аналитическую в окрестности точки $z_0=0$ функцию $f(z)$ по известной мнимой части $v(x,y)=3x^2y-y^3$ и значению $f(0)=1$.

7. Вычислить интеграл от функции комплексного переменного $\int\limits_{ABC}(z^2+1)dz$ по данной кривой: $ABC - ломанная,\ z_A = 0,\ z_B = -1+i, z_C = i$.

8. Найти все лорановские разложения функции $f(z) = \dfrac{z+2}{z+z^2+2z^3}$ по степеням z

9. Функцию $f(z) = z\cos\pi\dfrac{z+3}{z-1}$ разложить в ряд Лорана в окрестности точки $z_0 = 1$.

10. Определить тип особой точки $z = 0$ для функции $f(z) = ze^{\frac{4}{z^3}}$.

11. Для функции $f(z) = \dfrac{\sin z}{z^3(1-\cos z)}$ найти изолированные особые точки и определить их тип.

12. Вычислить интеграл $\oint\limits_{\left|z+\frac{3}{2}\right|=1}\dfrac{\cos^2 z+3}{2z^2+\pi z}dz$.

13. Вычислить интеграл $\oint\limits_{|z|=3}\dfrac{z^2+\cos z}{z^3}dz$.

14. Вычислить интеграл $\int\limits_0^{2\pi}\dfrac{dt}{\sqrt{15}\sin t-4}$.

15. Вычислить интеграл $\int\limits_{-\infty}^{+\infty}\dfrac{x^3+3}{\left(x^2-10x+29\right)^2}dx$.

ОС-3. Примерный перечень тем рефератов

1. Аналитическое продолжение. Полная аналитическая функция.
2. Интегральное определение логарифмической функции действительного аргумента, комплексного аргумента.
3. Принцип максимума модуля и его следствия.
4. Принцип аргумента и его следствия.
5. Теорема Руше.
6. Принцип соответствия границ и его применения.
7. Примеры построения конформных отображений областей.
8. Понятие о комплексных многообразиях.
9. Целые гауссовы числа и их приложения в теории чисел.
10. Пространства аналитических функций.

Для самостоятельной подготовки к занятиям по дисциплине рекомендуется использовать учебно-методические материалы:

1. Волкова Н.А., Столярова И.В., Фолиадова Е.В. История математики: учебно-методические рекомендации. –Ульяновск. УлГПУ им. И.Н. Ульянова. 2017 – 39 с.

2. Сибирева А.Р., Савинов Н.В. Качественные задачи и контрпримеры на тему «Пределы». Методические указания. – Ульяновск: УлГТУ, 2001. – 32 с.–2017 [Электронный].

5. Примерные оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Организация и проведение аттестации студента

ФГОС ВО в соответствии с принципами Болонского процесса ориентированы преимущественно не на сообщение обучающемуся комплекса теоретических знаний, но на выработку у бакалавра компетенций – динамического набора знаний, умений, навыков и личностных качеств, которые позволят выпускнику стать конкурентоспособным на рынке труда и успешно профессионально реализовываться.

В процессе оценки бакалавров необходимо используются как традиционные, так и инновационные типы, виды и формы контроля. При этом постепенно традиционные средства совершенствуются в русле компетентностного подхода, а инновационные средства адаптированы для повсеместного применения в российской вузовской практике.

Цель проведения аттестации – проверка освоения образовательной программы дисциплины-практикума через сформированность образовательных результатов.

Промежуточная аттестация осуществляется в конце семестра и завершает изучение дисциплины; помогает оценить крупные совокупности знаний и умений, формирование определенных компетенций.

Оценочными средствами текущего оценивания являются: доклад, тесты по теоретическим вопросам дисциплины, защита практических работ и т.п. Контроль усвоения материала ведется регулярно в течение всего семестра на практических (семинарских, лабораторных) занятиях.

№ п/п	**СРЕДСТВА ОЦЕНИВАНИЯ,** используемые для текущего оценивания показателя формирования компетенции	Образовательные результаты дисциплины
	Оценочные средства для текущей аттестации ОС-1. Контрольная работа. ОС-2. Рефераты и сообщения	ОР-1. Знает основные понятия дисциплины, определения, содержательное значение терминов и их взаимосвязь, алгоритмы доказательств и решения задач. ОР-2. Решает задачи по дисциплине, умеет проводить доказательства, классифицировать и систематизировать основные изучаемые объекты, строить логически верные рассуждения. ОР-3. Знает возможности применения полученных сведений к решению задач курса математики, а также в смежных научных областях ОР-4. умеет решать задачи курса математики повышенной
	Оценочные средства для промежуточной аттестации **зачет (экзамен)** ОС-3 Зачет в форме устного собеседования	

		сложности, решать и составлять прикладные задачи по дисциплине

Описание оценочных средств и необходимого оборудования (демонстрационного материала), а так же процедуры и критерии оценивания индикаторов достижения компетенций на различных этапах их формирования в процессе освоения образовательной программы представлены в Фонде оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

Материалы, используемые для текущего контроля успеваемости обучающихся по дисциплине

Материалы для организации текущей аттестации представлены в п.5 программы.

Материалы, используемые для промежуточного контроля успеваемости обучающихся по дисциплине

ОС-3.Зачет.

Примерный перечень вопросов к зачету

1. Множество комплексных чисел как нормированное пространство. Расширенная комплексная плоскость. Сфера Римана и стереографическая проекция.
2. Последовательности и ряды комплексных чисел. Кривые в комплексной плоскости.
3. Функции комплексного аргумента: предел, непрерывность, равномерная непрерывность.
4. Производная функции комплексной переменной. Условия Коши-Римана дифференцируемости функции комплексной переменной.
5. Первое определение аналитической функции. Гармонические функции. Восстановление аналитической функции по ее действительной или мнимой части.
6. Геометрический смысл модуля и аргумента производной функции комплексной переменной. Конформные отображения и их свойства.
7. Интеграл комплекснозначной функции комплексной переменной вдоль кривой: определение, сведение к криволинейному интегралу второго рода,
8. Интеграл комплекснозначной функции комплексной переменной вдоль кривой: сведение к интегралу Римана от комплекснозначной функции действительной переменной, свойства интеграла.
9. Интегральная теорема Коши для односвязной и многосвязной области. Независимость интеграла аналитической функции от выбора контура интегрирования.
10. Интеграл типа Коши. Интегральная формула Коши и ее следствия.
11. Степенные ряды в комплексной области: область сходимости, радиус сходимости. Ряд Тейлора аналитической функции.
12. Разложение аналитической функции в степенной ряд. Второе определение аналитической функции. Бесконечная дифференцируемость аналитической функции.
13. Ряды Лорана: область сходимости. Разложение функции, аналитической в кольце, в ряд Лорана.
14. Изолированные особые точки аналитической функции. Лорановское разложение функции в окрестности изолированной особой точки. Классификация изолированных особых точек. Бесконечность как особая точка аналитической функции.
15. Вычеты аналитической функции. Теорема о вычетах. Теорема о полной сумме вычетов.
16. Вычисление вычетов аналитической функции в простых и кратных полюсах.
17. Целые функции в комплексной области. Теорема Лиувилля. Основная теорема алгебры.

18. Дробно-линейная функция в комплексной области. Круговое свойство. Сохранение сложного отношения четырех точек.
19. Степенная функция в комплексной области. Радикал, главная ветвь радикала. Риманова поверхность радикала.
20. Экспонента в комплексной области и ее свойства.
21. Логарифмическая функция в комплексной области. Главная ветвь логарифма. Риманова поверхность логарифмической функции. Определение степени с комплексным показателем.
22. Гиперболические и обратные гиперболические функции в комплексной области.
23. Синус и косинус комплексного аргумента, их свойства.
24. Обратные тригонометрические функции в комплексной области.
25. Формулы Эйлера. Связь между круговыми и гиперболическими функциями в комплексной плоскости.

Примерные практические задания к зачету

1. Покажите все возможные формы записи комплексного числа $z = \frac{1}{2} - \frac{\sqrt{3}}{2} i$.

2. Выясните, какая линия задается на комплексной плоскости комплекснозначной функцией действительного аргумента. Изобразите линию. $z = t + it^2$, $-\infty < t < +\infty$.

3. Найдите и опишите образ $w = w(u, v)$ единичной окружности $|z| = 1$ при отображении $w = \frac{1}{2}\left(z + \frac{1}{z}\right)$.

4. Найдите аналитическую функцию $f(z)$ по заданной мнимой части $v(x, y) = e^{-2y} \cos 2x$.

5. (1 балл) Найдите, в каких точках комплексной плоскости коэффициент растяжения отображения $w = z^2$ равен 1.

6. Найдите разложение функции $f(z) = \frac{1}{z^2 - 4z + 3}$ в ряд Лорана по степеням $z - 1$ в области $|z - 1| > 2$.

7. Вычислите $(-1)^i$ и представьте ответ в показательной форме.

8. Вычислите контурный интеграл $\oint\limits_{|z+i|=1} \frac{\sin z}{(z+i)^3} dz$.

9. Найдите все изолированные особые точки функции $f(z) = \frac{\sin z}{z}$ и установите их тип.

10. Вычислите несобственный интеграл $\int\limits_{-\infty}^{+\infty} \frac{e^{-3ix} dx}{x^2 + 2x + 2}$.

В конце изучения дисциплины подводятся итоги работы студентов на лекционных и практических занятиях путем суммирования заработанных баллов в течение семестра.

Критерии оценивания знаний обучающихся по дисциплине

Формирование балльно-рейтинговой оценки работы обучающихся

		Посещение лекций	Посещение практических занятий	Работа на практических занятиях	Зачет
5 семестр	Разбалловка по видам работ	6 х 1=6 баллов	10 х 1=10 баллов	152 балла	32 балла
	Суммарный макс. балл	6 баллов max	16 баллов max	168 баллов max	200 баллов max

1. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Успешное изучение курса требует от обучающихся посещения лекций, активной работы на практических занятиях, выполнения всех учебных заданий преподавателя, ознакомления с основной и дополнительной литературой.

Запись **лекции** – одна из форм активной самостоятельной работы обучающихся, требующая навыков и умения кратко, схематично, последовательно и логично фиксировать основные положения, выводы, обобщения, формулировки. В конце лекции преподаватель оставляет время (5 минут) для того, чтобы обучающиеся имели возможность задать уточняющие вопросы по изучаемому материалу. Из-за недостаточного количества аудиторных часов некоторые темы не удается осветить в полном объеме, поэтому преподаватель, по своему усмотрению, некоторые вопросы выносит на самостоятельную работу студентов, рекомендуя ту или иную литературу. Кроме этого, для лучшего освоения материала и систематизации знаний по дисциплине, необходимо постоянно разбирать материалы лекций по конспектам и учебным пособиям. В случае необходимости обращаться к преподавателю за консультацией.

Подготовка к практическим занятиям.

При подготовке к практическим занятиям студент должен изучить теоретический материал по теме занятия (использовать конспект лекций, изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, при необходимости дополнить конспект, делая в нем соответствующие записи из литературных источников). В случае затруднений, возникающих при освоении теоретического материала, студенту следует обращаться за консультацией к преподавателю. Идя на консультацию, необходимо хорошо продумать вопросы, которые требуют разъяснения.

В начале практического занятия преподаватель знакомит студентов с темой, оглашает план проведения занятия, выдает задания. В течение отведенного времени на выполнение работы студент может обратиться к преподавателю за консультацией или разъяснениями. В конце занятия проводится прием выполненных заданий, собеседование со студентом.

Результаты выполнения практических зданий оцениваются в баллах, в соответствии с балльно-рейтинговой системой университета.

Планы практических занятий

5 СЕМЕСТР

Занятие1. План. Алгебраическая, показательная и тригонометрическая записи комплексного числа. Формула Эйлера. Действия с комплексными числами. Формула

Муавра. Корень п-ой степени. Функции одной комплексной переменной. Действительная и мнимая части функции.

Занятие 2. План. Образ точки и линии при комплексном отображении. Геометрическое место точек на комплексной плоскости. Предел, непрерывность функции в точке.

Занятие 3. План Производная функции комплексной переменной. Аналитические функции. Условия Коши-Римана. Гармонические функции.

Занятие 4. Дифференцирование функций. Геометрический смысл модуля и аргумента производной. Конформные отображения односвязных областей. Простейшие элементарные функции комплексной переменной, их свойства. Линейная и дробно-линейная функции, функция Жуковского. Показательная, тригонометрические и гиперболические функции, их связь.

Занятие5. План. Многозначные функции. Логарифмическая, степенная, показательная функции как многозначные функции. Обратные тригонометрические функции.

Занятие 6. План. Интеграл от функции комплексной переменной. Решение задач.

Занятие 7. План. Теорема Коши. Первообразная функции комплексной переменной. Интеграл Коши и интегральная формула Коши.

Занятие 8. План. Степенные ряды. Аналитические функции и их разложения в степенные ряды. Область сходимости.

Ряд Лорана. Область сходимости. Разложение функций в ряд Лорана.

Занятие 9. План. Изолированные особые точки аналитических функций и их классификация. Изучение аналитических функций в окрестности бесконечно удаленной точки.

Занятие10. План. Вычеты. Основная теорема о вычетах. Применение вычетов к вычислению интегралов.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, Интернет-ресурсов, необходимых для освоения дисциплины

Основная литература

1. Свешников, А. Г., Тихонов, А. Н. Теория функций комплексной переменной : Учебник для вузов. – 6-е изд., стер. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. – 336 с. – ISBN 978-59221-0134-9
URL: http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=544573

2. Шабунин, М. И. Теория функций комплексного переменного : учебник. - 5-е изд. – М. : Лаборатория знаний, 2020. - 303 с. - ISBN 978-5-00101-916-9.
URL: https://znanium.com/catalog/product/1201326

Дополнительная литература

1. Геворкян Э. А., Фокст А. С. Теория функций комплексной переменной: Учебное пособие/ Московский государственный университет экономики, статистики и информатики. – М., 2004. -167 с. URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=90747
2. Малышева, Н. Б. Функции комплексного переменного: Учеб. для вузов./ Н. Б. Малышева, Э. Р. Розендорн ; Под ред. Э. Р. Розендорна. - М.:ФИЗМАТЛИТ, 2010. -168с.
URL: http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=544726