

ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института
Институт естественных и точных
наук

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе
электронного документооборота
ЮУрГУ Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Замышляева А. А.
Пользователь: замышляева
Дата подписания: 04.02.2022

А. А. Замышляева

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины 1.Ф.П1.11 Теория функций комплексного переменного
для направления 11.03.04 Электроника и наноэлектроника
уровень Бакалавриат
профиль подготовки Наноэлектроника: проектирование, технология, применение
форма обучения очная
кафедра-разработчик Математический анализ и методика преподавания
математики**

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению
подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника, утверждённым приказом
Минобрнауки от 19.09.2017 № 927

Зав.кафедрой разработчика,
д.физ.-мат.н., доц.

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе
электронного документооборота
ЮУрГУ Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Дильман В. Л.
Пользователь: dilmamvl
Дата подписания: 02.02.2022

В. Л. Дильман

Разработчик программы,
д.физ.-мат.н., снс, профессор

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе
электронного документооборота
ЮУрГУ Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Каракич В. В.
Пользователь: karachikvv
Дата подписания: 02.02.2022

В. В. Каракич

СОГЛАСОВАНО

Руководитель образовательной
программы
к.физ.-мат.н., доц.

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе
электронного документооборота
ЮУрГУ Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Созыкин С. А.
Пользователь: sozyskina
Дата подписания: 02.02.2022

С. А. Созыкин

Челябинск

1. Цели и задачи дисциплины

Аналитические функции естественно возникают во многих задачах математики, механики и физики. По этой причине образование любого специалиста в области математики и ее приложений не может считаться полным без основательного изучения теории таких функций и их основных приложений. Цель изучения дисциплины «Теория функций комплексного переменного» состоит в обучении студентов основам теории аналитических функций, методам комплексного анализа и приложению данной теории к задачам математического анализа, механики и физики. Задачами изучения дисциплины являются: 1. Распространение основных понятий действительного анализа (таких как производная, криволинейный интеграл, числовой и функциональный ряд) на комплексный случай. 2. Установление тех фактов действительного анализа, которые непосредственно переносятся в комплексную область и изучение свойств аналитических функций, имеющих комплексную природу. 3. Установление связи комплексного анализа с другими разделами математики, с механикой и физикой и приложение теории функций комплексного переменного.

Краткое содержание дисциплины

Комплексные числа: комплексные числа, комплексная плоскость; модуль и аргумент комплексного числа, их свойства; числовые последовательности и их пределы, ряды; стереографическая проекция, ее свойства; сфера Римана, расширенная комплексная плоскость; множества на плоскости, области и кривые. Функции комплексного переменного и отображения множеств: функции комплексного переменного; предел функции; непрерывность, модуль непрерывности; дифференцируемость по комплексному переменному, условие Коши-Римана; аналитическая функция; геометрический смысл аргумента и модуля производной; понятие о конформном отображении. Элементарные функции: целая линейная и дробно-линейная функция, их свойства, общий вид дробно-линейного отображения круга на себя и верхней полуплоскости на круг; экспонента и логарифм, степень с произвольным показателем; понятие о римановой поверхности на примерах логарифмической и общей степенной функций; функция Жуковского; тригонометрические и гиперболические функции. Интеграл по комплексному переменному, его простейшие свойства, связь с криволинейными интегралами 1-го и 2-го рода; сведение к интегралу по действительному переменному; первообразная функция, формула Ньютона-Лейбница; переход к пределу под знаком интеграла; интегральная теорема Коши. Интеграл Коши: интегральная формула Коши; бесконечная дифференцируемость аналитических функций, формулы Коши для производных; теорема Морера. Последовательности и ряды аналитических функций в области: теорема Вейерштрасса; степенные ряды; теорема Абеля, формула Коши-Адамара; разложение аналитиче-ской функции в степенной ряд, единственность разложения; неравенство Коши для коэффициентов степенного ряда; действия со степенными рядами. Теорема единственности и принцип максимума модуля: нули аналитической функции, порядок нуля; теорема единственности для аналитических функций; принцип максимума модуля и лемма Шварца. Ряд Лорана: ряд Лорана, область его сходимости; разложение аналитической функции в ряд Лорана, единственность разложения, формулы и неравенства Коши для коэффициентов; теорема Лиувилля и теорема об устранимой особой точке. Изолированные особые точки однозначного

характера; классификация изолированных особых точек однозначного характера по поведению функции и ряду Лорана; полюс, порядок полюса; существенная особая точка, теорема Сохоцкого-Вейерштрасса, понятие о теореме Пикара; бесконечно удаленная точка как особая. Вычеты, принцип аргумента: определение вычета, теоремы Коши о вычетах, вычисления вычетов; применения вычетов; логарифмический вычет, принцип аргумента; теорема Руше и теорема Гурвица. Отображения посредством аналитических функций: принцип открытости и принцип области; теорема о локальном обращении; однолистные функции, критерий локальности однолистности и критерий конформности в точке, достаточное условие однолистности (обратный принцип соответствия границ); дробно-линейность однолистных конформных отображений круговых областей друг на друга; теорема Римана (без доказательства) и понятие о соответствии границ при конформном отображении. Аналитическое продолжение: аналитическое продолжение по цепи и по кривой; полная аналитическая функция в смысле Вейерштрасса, ее риманова поверхность и особые точки; теорема о монодромии; аналитическое продолжение через границу области, принцип симметрии. Целые и мероморфные функции: целые функции, их порядок и тип; произведение Вейерштрасса; мероморфные функции; функции, мероморфные в расширенной плоскости. Принцип симметрии при конформном отображении и его применение. Симметрия относительно действительной оси. Применение принципа симметрии: внешность креста на полуплоскость, внутренность параболы на полуплоскость. Симметрия относительно окружности. Отображение круга на круг, кольца на кольцо. Формула Кристоффеля-Шварца – отображение полуплоскости на многоугольник. Пример: отображение полуплоскости на четырехугольник. Постановка задачи Дирихле. Инвариантность уравнения Лапласа относительно конформного отображения. Задача Дирихле для круга. Интеграл Пуассона, разложение гармонических функций в ряды, связь с тригонометрическими рядами.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способен строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования	Знает: положения теории функций комплексного переменного, необходимые для построения физических и математических модели моделей, узлов, блоков электроники и наноэлектроники различного функционального назначения

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Нет	Уравнения математической физики, Квантовая механика

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Нет

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч., 90,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		3	
Общая трудоёмкость дисциплины	144	144	
<i>Аудиторные занятия:</i>			
Лекции (Л)	32	32	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	48	48	
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	53,5	53,5	
с применением дистанционных образовательных технологий	0		
Домашние задания	16	16	
Подготовка к экзамену	16	16	
Задания для самостоятельной работы	21,5	21,5	
Консультации и промежуточная аттестация	10,5	10,5	
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-		экзамен

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Регулярные функции	39	15	24	0
2	Многозначные аналитической функции	13	5	8	0
3	Теория вычетов и ее применение	12	4	8	0
4	Конформные отображения	16	8	8	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Действия над комплексными числами. Области и линии на комплексной плоскости. Стереографическая проекция. Последовательности и ряды.	2
2	1	Функции комплексной переменной. Предел и непрерывность. Основные однозначные функции комплексного переменного. Интегрирование функций комплексной переменной.	2

3	1	Дифференцирование функций. Условия Коши-Римана. Условия Коши-Римана в полярной системе координат.	2
4	1	Интегральная теорема Коши. Формула Ньютона-Лейбница. Регулярные функции. Степенные ряды. Ряды Тейлора.	2
5	1	Гармонические функции и их свойства. Сопряженные гармонические функции. Теоремы о среднем.	2
6	1	Достаточные условия регулярности. Теорема Мореры. Теорема единственности регулярной функции и ее применение. Продолжение некоторых тождеств из действительного случая в комплексный.	2
7	1	Особые точки однозначного характера: устранимая особая, полюс, существенно особая точка. Разложение регулярной функции в ряд Лорана. Основные приемы разложений.	2
8	1	Исследование особых точек с помощью рядов Лорана. Ряд Лорана в окрестности бесконечности. Теоремы Сохотского, Пикара и Лиувилля.	1
9	2	Многозначные аналитические функции. Продолжение вдоль кривой. Логарифмическая функция и ее свойства.	2
10	2	Степенная функция. Арифметические операции над аналитическими функциями. Аналитические и регулярные ветви полных аналитических функций.	2
11	2	Особые точки аналитических функций. Точки ветвления. Границные особые точки регулярных функций.	1
12	3	Вычет регулярной в кольце функции. Вычет в бесконечно удаленной точке. Полная сумма вычетов. Применение вычетов к вычислению контурных интегралов.	2
13	3	Принцип аргумента и теорема Руше. Мероморфные функции.	2
14	4	Геометрический смысл производной. Теоремы об обратных функциях. Однолистные функции.	2
15	4	Общие свойства конформных отображений. Дробно-линейные отображения. Конформность, групповое и круговое свойства, симметрия.	3
16	4	Конформные отображения элементарными функциями z^2 , \sqrt{z} , z^a , e^z , $\ln z$, функция Жуковского $w=(z+1/z)/2$. Принцип симметрии. Отображения многоугольников, теорема Кристоффеля-Шварца. Задача Дирихле.	3

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Действия над комплексными числами. Области и линии на комплексной плоскости. Стереографическая проекция и сферическая метрика. Последовательности и ряды.	2
2	1	Кривые и области. Функции комплексной переменной. Непрерывность. Основные однозначные функции комплексного переменного: тригонометрические и гиперболические функции.	3
3	1	Интегрирование и свойства интегралов. Дифференцирование функций. Условия Коши-Римана.	3
4	1	Интегральная теорема Коши, первообразная, формула Ньютона-Лейбница. Регулярные функции. Степенные ряды. Ряды Тейлора.	3
5	1	Интегральная формула Коши. Свойства регулярных функций. Гармонические функции и их свойства.	3
6	1	Достаточные условия регулярности. Теорема единственности. Продолжение некоторых тождеств из действительного случая в комплексный.	2
7	1	Особые точки однозначного характера: устранимая особая, полюс,	4

		существенно особая. Разложение регулярной функции в ряд Лорана.	
8	1	Разложение регулярных функций в ряды Тейлора и Лорана.	4
9	2	Аналитические функции. Логарифмическая и степенная функции.	3
10	2	Приращение аргумента вдоль кривой. Выделение регулярных ветвей. Производная регулярной ветви. Ряды Лорана регулярных ветвей.	3
11	2	Особые точки аналитических функций.	2
12	3	Вычет регулярной в кольце функции. Вычет в бесконечно удаленной точке. Применение вычетов к вычислению контурных интегралов.	4
13	3	Принцип аргумента и теорема Руше. Разложение мероморфной функции на элементарные дроби.	4
14	4	Аргумент и модуль производной. Отображения: линейные растяжения, углы между кривыми, коэффициент растяжения. Свойства конформных отображений.	3
15	4	Принцип соответствия границ. Дробно-линейная функция и ее свойства. Конформные отображения с помощью дробно-линейных функций, элементарных функций, функции Жуковского	2
16	4	Принцип симметрии: внешность креста на полуплоскость, внутренность параболы на полуплоскость. Формула Кристоффеля-Шварца (полуплоскость на треугольник). Задача Дирихле.	3

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Домашние задания	Шабунин, М. И. Сборник задач по теории функций комплексного переменного [Текст] учеб. пособие для вузов по направлению "Прикладные математика и физика" М. И. Шабунин, Е. С. Половинкин, М. И. Карлов. - 2-е изд. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2011. - 362 с. ил. электр. версия. Главы 1,2,3,4,5,6 (п.25-28).	3	16
Подготовка к экзамену	Карачик, В. В. Теория функций комплексного переменного [Текст] учеб. пособие по направлению 03.03.01 "Приклад. математика и физика" и др. В. В. Карачик, Л. Д. Менихес ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Мат. и функцион. анализ ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2015. - 410, [1] с. ил. электрон. версия. Главы 1-5.	3	16
Задания для самостоятельной работы	Шабунин, М. И. Сборник задач по теории функций комплексного переменного [Текст] учеб. пособие для вузов по направлению "Прикладные математика и физика" М. И. Шабунин, Е. С.	3	21,5

6. Текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се- местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учи- тыва- ется в ПА
1	3	Текущий контроль	Контрольная работа1	1	16	Контрольная работа 1 содержит 8 заданий. За правильно выполненное заданиедается 2б. За каждую мелкую ошибку в задании оценка снижается на 0,2 балла. За правильный ответ без обоснования решения оценка снижается на 1 балл.	экзамен
2	3	Текущий контроль	Контрольная работа2	1	10	Контрольная работа2 содержит 5 заданий. За правильно выполненное заданиедается 2б. За каждую мелкую ошибку в задании оценка снижается на 0,2 балла. За правильный ответ без обоснования решения оценка снижается на 1 балл.	экзамен
3	3	Текущий контроль	Семестровая работа	1	20	Семестровая работа содержит 13 заданий. Работа выполняется студентом самостоятельно и сдается на проверку. За правильно выполненное заданиедается 1,54б. За каждую мелкую ошибку в задании оценка снижается на 0,2 балла. За правильный ответ без обоснования решения оценка снижается на 0,8 балла. Студент имеет возможность исправить допущенные ошибки и сдать работу на проверку снова.	экзамен
4	3	Текущий контроль	Активность	1	7	В течении практического занятия студенты выходят к доске для решения задач. За правильно выполненное задание студент получает 1б. За допущенную ошибку в решении задачи оценка снижается на 0,2б. За каждую подсказку при решении задачи оценка тоже снижается на 0,2б. Общая сумма баллов за активность не больше 7.	экзамен
5	3	Текущий контроль	Домашние задания	1	7	В начале практического занятия проверяются задания, выданные на	экзамен

						предыдущем практическом занятии. Один из студентов представляет свое решение у доски, остальные проверяют это решение. За правильное решение выставляется 1б. За допущенную ошибку оценка снижается на 0,2б. Общая сумма баллов за Домашние задания не больше 7.	
6	3	Промежуточная аттестация	Экзаменационная работа	-	40	Билет содержит 4 вопроса: 2 теоретических и 2 практических. Каждый вопрос оценивается из 10б. За каждую мелкую ошибку в задании оценка снижается на 1 балл. За ошибку связанную с непониманием основных понятий ТФКП оценка снижается на 2б. За вычисления без обоснования оценка снижается на 1,5 балла.	экзамен

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	В начале экзамена студент получает экзаменационный билет. Затем ему выделяется время на ответы и он начинает письменно отвечать на вопросы. После истечения времени экзамена письменные ответы на вопросы билета сдаются для проверки. Билет содержит 4 вопроса: 2 теоретических и 2 практических. Сдавать экзамен обязательно.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

6.3. Оценочные материалы

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ					
		1	2	3	4	5	6
ПК-1	Знает: положения теории функций комплексного переменного, необходимые для построения физических и математических модели моделей, узлов, блоков электроники и наноэлектроники различного функционального назначения	+	+	+	+	+	+

Фонды оценочных средств по каждому контрольному мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Каракич, В. В. Теория функций комплексного переменного [Текст] учеб. пособие по направлению 03.03.01 "Приклад. математика и физика" и др. В. В. Каракич, Л. Д. Менихес ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Мат. и функцион. анализ ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2015. - 410, [1] с. ил. электрон. версия
2. Волковыский, Л. И. Сборник задач по теории функций комплексного переменного Для вузов Л. И. Волковыский, Г. Л. Лунц, И. Г. Араманович. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Наука, 1970. - 319 с. черт.

3. Зверович, Э. И. Вещественный и комплексный анализ [Текст] Кн. 4 Ч. 6 Теория аналитических функций комплексного переменного учеб. пособие для мат. специальностей вузов : в 6 ч. Э. И. Зверович. - Минск: Вышэйшая школа, 2008. - 319 с.

б) дополнительная литература:

1. Могильницкий, В. А. Высшая математика. Типовые расчеты Ч. 3 Обыкновенные дифференциальные уравнения, ряды, теория функций комплексного переменного, операционное исчисление Учеб. пособие ЮУрГУ, Каф. Алгебра и геометрия; В. А. Могильницкий, Р. П. Петрова, Н. В. Широбоков; Под ред. А. А. Патрушева. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 1998. - 98 с.
2. Пантелеев, А. В. Теория функций комплексного переменного и операционное исчисление в примерах и задачах Учеб. пособие для втузов. - М.: Высшая школа, 2001. - 445 с. ил.
3. Привалов, И. И. Введение в теорию функций комплексного переменного учеб. для вузов И. И. Привалов. - 15-е изд., стер. - СПб. и др.: Лань, 2009. - 432 с. ил.
4. Сидоров, Ю. В. Лекции по теории функций комплексного переменного Учеб. для инж.-физ. и физ.-техн. спец. вузов. - 3-е изд., испр. - М.: Наука, 1989. - 477 с. ил.

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

1. Математические заметки

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Сборник заданий для самостоятельной работы
2. Кудрявцев К.Н., Самаров А.Б. Функции комплексного переменного. -Челябинск: Из-во ЮУрГУ, 2008. -45с.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Сборник заданий для самостоятельной работы
2. Кудрявцев К.Н., Самаров А.Б. Функции комплексного переменного. -Челябинск: Из-во ЮУрГУ, 2008. -45с.

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Геворкян, П. С. Высшая математика. Интегралы, ряды, ТФКП, дифференциальные уравнения : учебное пособие / П. С. Геворкян. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2008. — 272 с. — ISBN 978-5-9221-0710-5. — Текст : электронный Лань : электронно-библиотечная система. https://e.lanbook.com/book/2161 — Режим доступа : авториз. пользователей.
2	Основная литература	Национальная электронная библиотека	Посицельская Л. Н. Теория функций комплексной переменной в задачах и упражнениях- Физматлит, Москва 2007 https://viewer.rusneb.ru/ru/000199_000009_07000489934?page=1&rotate=0

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	505 (16)	Доска, мел и тряпка