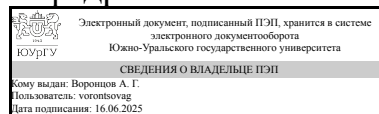


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей
кафедрой



А. Г. Воронцов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.ПО.10 Теория функций комплексного переменного
для направления 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

уровень Бакалавриат

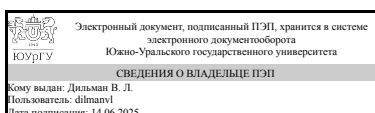
профиль подготовки Нанoeлектроника: проектирование, технология, применение

форма обучения очная

кафедра-разработчик Математический анализ и методика преподавания
математики

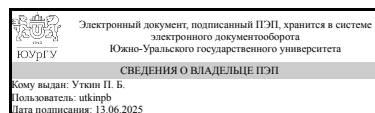
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению
подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника, утверждённым приказом
Минобрнауки от 19.09.2017 № 927

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



В. Л. Дильман

Разработчик программы,
к.физ.-мат.н., доцент



П. Б. Уткин

1. Цели и задачи дисциплины

При решении многих задач математики, механики и физики естественным образом возникает необходимость расширения понятий вещественного анализа и использования аналитических функций. Поэтому в образование любого специалиста в области математики и ее приложений необходимо включать изучения теории таких функций и их основных приложений. Цель изучения дисциплины «Теория функций комплексного переменного» состоит в обучении студентов основам теории аналитических функций и методам комплексного анализа. Также одной из целей является демонстрация возможных приложений полученного материала к различным задачам физики и механики. Задачами изучения дисциплины являются:

1. Расширение основных понятий действительного анализа (таких как производная, криволинейный интеграл, числовой и функциональный ряд) на случай функций комплексного переменного.
2. Проверка основных теорем действительного анализа на возможность переноса в комплексную область и изучение свойств аналитических функций, имеющих комплексную природу.
3. Рассмотрение связей комплексного анализа с другими разделами математики, с механикой и физикой.
4. 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 криво-линейными 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 аналитической 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. Гармонические функции на плоскости: гармонические функции, их связь с аналитическими функциями; бесконечная дифференцируемость гармонических функций; аналитичность комплексно сопряженного градиента; теорема о среднем, теорема единственности и принцип максимума-минимума; инвариантность гармоничности при голоморфной замене переменных; теорема Лиувилля и теорема Харнака об устранимой особой точке; интегралы Пуассона и Шварца; разложение гармонических функций в ряды, связь с тригонометрическими рядами; задача Дирихле, применение конформных отображений для ее решения; гидромеханическое истолкование гармонических и аналитических функций.

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	Программные системы инженерного анализа, Компьютерные сети и системы, Вычислительная математика, Специальные главы квантовой механики,

	Схемотехника цифровых устройств, Технологии вакуумного напыления, Вычислительная электродинамика, Физика конденсированного состояния, Квантовая механика, Уравнения математической физики, Введение в твердотельную электронику, Статистическая физика, Введение в квантовую обработку информации, Производственная практика (ориентированная, цифровая) (4 семестр), Производственная практика (научно-исследовательская работа) (8 семестр)
--	---

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>	80	80
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
Выполнение домашних заданий	22,5	22,5
Подготовка к экзамену	31	31
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	40	16	24	0
2	Многозначные аналитические функции	15	6	9	0
3	Теория вычетов и ее применения.	10	4	6	0
4	Конформные отображения	15	6	9	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Комплексные числа, последовательности и ряды.	2
2	1	Функции комплексной переменной, предел, непрерывность и интегрируемость.	2
3	1	Дифференцируемость функций комплексного переменного. Условия Коши-Римана.	2
4	1	Интегральная теорема Коши. Степенные ряды и регулярные функции.	2
5	1	Интегральная формула Коши. Гармонические функции, связь с голоморфными функциями.	2
6	1	Теоремы о среднем и достаточные условия регулярности функции.	2
7	1	Теорема единственности для регулярных функций. Особые точки однозначного характера.	2
8	1	Ряды Тейлора и Лорана.	2
9	2	Многозначные аналитические функции. Логарифм.	2
10	2	Степенная функция. Арифметические операции над аналитическими функциями.	2
11	2	Аналитические и регулярные ветви полных аналитических функций. Особые точки аналитических функций	2
12	3	Вычеты. Теоремы о вычетах. Использование вычетов при вычислении интегралов.	2
13	3	Принцип аргумента, теорема Руше, мероморфные функции.	2
14	4	Геометрический смысл производной. Теоремы об обратных функциях	2
15	4	Однолистные функции. Общие свойства конформных отображений. Дробно-линейные функции	2
16	4	Конформные отображения элементарными функциями	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Действия над комплексными числами. Формы записи комплексных чисел. Области и линии на комплексной плоскости. Стереографическая проекция и сферическая метрика.	3
2	1	Функции комплексной переменной. Основные однозначные функции комплексного переменного: экспонента, тригонометрические и гиперболические функции	3
3	1	Дифференцирование функций. Условия Коши-Римана в декартовой и полярной системах координат.	3
4	1	Теорема Коши, первообразная, формула Ньютона-Лейбница. Контрольная точка Пк1.	3
5	1	Ряды Тейлора. Разложение регулярных функций.	3
6	1	Гармонические функции. Свойства. Сопряженные гармонические функции.	3
7	1	Нули аналитических функций. Теорема единственности регулярной функций и ее применение. Продолжение некоторых тождеств из действительного случая в комплексный.	3
8	1	Ряды Лорана. Разложение регулярной функции. Основные приемы разложений. Контрольная точка Пк2.	3

9	2	Приращение аргумента вдоль кривой. Выделение регулярных ветвей. Производная регулярной ветви. Контрольная точка Т1.	3
10	2	Ряды Лорана регулярных ветвей. Интегралы от регулярных ветвей.	3
11	2	Особые точки аналитических функций. Граничные особые точки регулярных функций.	3
12	3	Вычет регулярной в кольце функции. Вычет в бесконечно удаленной точке. Полная сумма вычетов. Применение вычетов при вычислении контурных определенных интегралов. Контрольная точка Т2.	3
13	3	Принцип аргумента и теорема Руше. Вычисление нулей регулярной функции. Контрольная точка Пк3.	3
14	4	Геометрический смысл аргумента и модуля производной. Отображения на комплексной плоскости: линейные растяжения, углы между кривыми, коэффициент растяжения. Контрольная точка Т3.	3
15	4	Свойства конформных отображений. Принцип соответствия границ. Дробно-линейные функции.	3
16	4	Конформные отображения с помощью элементарных функций. Функция Жуковского и конформное отображение соответствующее ей. Принцип симметрии. Контрольная точка Т4.	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
Выполнение домашних заданий	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. (по усмотрению преподавателя)	3	22,5
Подготовка к экзамену	Шабат, Б. В. Введение в комплексный анализ Ч.1 Функции одного переменного Учеб. для ун-тов по специальностям "Математика", "Механика": В 2 ч. Б. В. Шабат; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова. - 4-е изд., стер. - СПб.: Лань, 2004. - 336 с. Главы 1-4	3	31

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

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 работа Пк1	0,2	20	Контрольная работа проводится после третьего практического занятия. Студенту предлагается 5 задач по темам указанного раздела. Время отведенное на контрольную работу - 45 минут. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Правильное решение каждой задачи оценивается в 4 балла. В целом правильное решение с незначительными ошибками оценивается в 3 балла. Серьезное продвижение в решении, без достижения конечного результата оценивается в 1-2 балла. Отсутствие решения с несущественными продвижениями оценивается в 0 баллов.	экзамен
2	3	Текущий контроль	Контрольная работа Пк2	0,2	20	Контрольная работа проводится на последнем практическом занятии изучаемого раздела. Студенту предлагается 5 задач по темам указанного раздела. Время отведенное на контрольную работу - 45 минут. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Правильное решение каждой задачи оценивается в 4 балла. В целом правильное решение с незначительными ошибками оценивается в 3 балла. Серьезное продвижение в решении, без достижения конечного результата оценивается в 1-2 балла. Отсутствие решения с несущественными продвижениями оценивается в 0 баллов.	экзамен
3	3	Текущий контроль	Контрольная работа Пк3	0,2	20	Контрольная работа проводится на последнем практическом занятии раздела "Теория вычетов и ее применения". Студенту предлагается 5 задач по темам указанного раздела. Время отведенное на контрольную работу - 45 минут. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Правильное решение каждой задачи оценивается в 4 балла. В целом	экзамен

						правильное решение с незначительными ошибками оценивается в 3 балла. Серьезное продвижение в решении, без достижения конечного результата оценивается в 1-2 балла. Отсутствие решения с несущественными продвижениями оценивается в 0 баллов.	
4	3	Текущий контроль	Контрольная точка П1	0,08	8	Контрольная точка П1 служит для учета выполнения студентами домашних заданий и работы на практических занятиях, проведенных на неделях №№1–4 текущего семестра. Оценка осуществляется с помощью подсчета процента выполненных студентом контролируемых преподавателем домашних заданий и процента практических занятий, на которых студент присутствовал и проявлял достаточную активность (решение задач у доски, решение задач на своем рабочем месте, заданные вопросы и т.д.).	экзамен
5	3	Текущий контроль	Контрольная точка П2	0,08	8	Контрольная точка П2 служит для учета выполнения студентами домашних заданий и работы на практических занятиях, проведенных на неделях №№5–11 текущего семестра. Оценка осуществляется с помощью подсчета процента выполненных студентом контролируемых преподавателем домашних заданий и процента практических занятий, на которых студент присутствовал и проявлял достаточную активность (решение задач у доски, решение задач на своем рабочем месте, заданные вопросы и т.д.).	экзамен
6	3	Текущий контроль	Контрольная точка П3	0,08	8	Контрольная точка П3 служит для учета выполнения студентами домашних заданий и работы на практических занятиях, проведенных на неделях №№12–16 текущего семестра. Оценка осуществляется с помощью подсчета процента выполненных студентом контролируемых преподавателем домашних заданий и процента практических занятий, на которых студент присутствовал и проявлял достаточную активность (решение задач у доски, решение задач на своем рабочем месте, заданные вопросы и т.д.).	экзамен
7	3	Текущий контроль	Контрольная точка Т1	0,08	8	Контрольная точка Т1 проводится на практическом занятии после изучения темы «Регулярные функции». Продолжительность – 10 минут. Она содержит два теоретических вопроса (требуется привести определение или свойства). При оценивании результатов	экзамен

						мероприятий используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Максимальная оценка за каждый вопрос составляет 4 балла. При оценке используется следующая шкала: 4 балла – приведен полный ответ на вопрос, все использованные формулы верны, записаны все требуемые свойства; 3 балла – приведен полный ответ на вопрос с одной несущественной ошибкой; 2 балла – в ответе содержатся 2–3 ошибки или ответ неполный, но при этом изложено не менее 80% полного ответа; 1 балл – в ответе содержатся более 3 ошибок или ответ неполный, но при этом изложено не менее 40% полного ответа; 0 баллов – изложено менее 20% верного ответа на вопрос.	
8	3	Текущий контроль	Контрольная точка Т2	0,08	8	Контрольная точка Т2 проводится на практическом занятии после изучения темы «Многозначные аналитические функции». Продолжительность – 10 минут. Она содержит два теоретических вопроса (требуется привести определение или свойства). При оценивании результатов мероприятий используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Максимальная оценка за каждый вопрос составляет 4 балла. При оценке используется следующая шкала: 4 балла – приведен полный ответ на вопрос, все использованные формулы верны, записаны все требуемые свойства; 3 балла – приведен полный ответ на вопрос с одной несущественной ошибкой; 2 балла – в ответе содержатся 2–3 ошибки или ответ неполный, но при этом изложено не менее 80% полного ответа; 1 балл – в ответе содержатся более 3 ошибок или ответ неполный, но при этом изложено не менее 40% полного ответа; 0 баллов – изложено менее 20% верного ответа на вопрос.	экзамен
9	3	Текущий контроль	Контрольная точка Т3	0,08	8	Контрольная точка Т3 проводится на практическом занятии после изучения темы «Теория вычетов и ее применения.». Продолжительность – 10 минут. Она содержит два теоретических вопроса (требуется привести определение или свойства). При оценивании результатов мероприятий используется балльно-рейтинговая система оценивания	экзамен

					результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Максимальная оценка за каждый вопрос составляет 4 балла. При оценке используется следующая шкала: 4 балла – приведен полный ответ на вопрос, все использованные формулы верны, записаны все требуемые свойства; 3 балла – приведен полный ответ на вопрос с одной несущественной ошибкой; 2 балла – в ответе содержатся 2–3 ошибки или ответ неполный, но при этом изложено не менее 80% полного ответа; 1 балл – в ответе содержатся более 3 ошибок или ответ неполный, но при этом изложено не менее 40% полного ответа; 0 баллов – изложено менее 20% верного ответа на вопрос.		
10	3	Промежуточная аттестация	Экзамен	-	40	Экзаменационный билет содержит две части, теоретический вопрос и набор из 8 задач. Максимальное количество баллов, которое студент может набрать на экзамене, составляет 40. Шкала оценивания ответа на теоретический вопрос: 8 баллов – вопрос раскрыт полностью, ошибок в ответе нет; 7 баллов – вопрос раскрыт не менее, чем на 80%, ошибок в ответе нет; 6 баллов – вопрос раскрыт не менее, чем на 80%, допущены 1–2 негрубые ошибки; 3-5 баллов – вопрос раскрыт на 50-80%, допущены некоторые некритические ошибки, которые не были исправлены 2 балла – вопрос раскрыт не менее, чем на 50%, ошибок нет, или вопрос раскрыт практически полностью, но содержит 1–2 ошибки; 1 балл – ответ не является логически обоснованным и законченным, содержит отрывочные сведения, не менее 20% от полного ответа; 0 баллов – ответ на вопрос отсутствует или менее 20% верных сведений. Шкала оценивания задач: 4 балла – задача решена правильно и полностью, ошибок нет; 3 балла – выбран правильный метод решения, допущены 1–2 арифметические ошибки, получен ответ; 2 балла – выбран правильный метод решения, допущены 1–2 негрубые ошибки, получен ответ; 1 балл – задание решено не полностью (не менее 40% решения) или в решении не более 2 грубых ошибок; 0 баллов – отсутствует решение, приведено менее 40% решения или сделано более 2 грубых ошибок.	экзамен

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. 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
2. Шабат, Б. В. Введение в комплексный анализ Ч.1 Функции одного переменного Учеб. для ун-тов по специальностям "Математика", "Механика": В 2 ч. Б. В. Шабат; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова. - 4-е изд., стер. - СПб.: Лань, 2004. - 336 с.
3. Волковвыский, Л. И. Сборник задач по теории функций комплексного переменного Для вузов Л. И. Волковвыский, Г. Л. Лунц, И. Г. Араманович. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Наука, 1970. - 319 с. черт.

б) дополнительная литература:

1. 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.

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

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. В.В. Карачик Теория функций комплексного переменного. Текст. Учебное пособие по направлению 03.03.01. "Прикладная математика и физика" Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Мат. и функцион. анализ ; ЮУрГУ

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. В.В. Карачик Теория функций комплексного переменного. Текст. Учебное пособие по направлению 03.03.01. "Прикладная математика и физика" Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Мат. и функцион. анализ ; ЮУрГУ

Электронная учебно-методическая документация

Нет

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, тряпка
Практические занятия и семинары	505 (16)	Доска, мел, тряпка