

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра математической физики

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по научно-методической  
и учебной работе

\_\_\_\_\_ Е.И.Скафа

\_\_\_\_\_ 21 декабря \_\_\_\_\_ 2016 г.



**Рабочая программа учебной дисциплины  
«ТЕОРИЯ ФУНКЦИЙ КОМПЛЕКСНОГО ПЕРЕМЕННОГО»**

Направление подготовки:

44.03.05 «Педагогическое образование»  
(с двумя профилями подготовки)

Профиль подготовки:

Физика и информатика

Образовательный

уровень выпускника:

Академический бакалавр

Форма обучения:

Очная, заочная, ускоренная

Донецк 2016

УТВЕРЖДАЮ:

Декан физико-технического факультета

“ 16 ” декабря 2016 г.

М.П.



Программа учебной дисциплины **«ТЕОРИЯ ФУНКЦИЙ КОМПЛЕКСНОГО ПЕРЕМЕННОГО»** составлена на основе ГОС ВПО по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки), утвержденного приказом Министерства образования и науки ДНР «20» апреля 2016 г. №422 и «Положения об организации учебного процесса в образовательных организациях высшего профессионального образования Донецкой Народной Республики», утвержденного приказом Министерства образования и науки ДНР «30» октября 2015 г. №750.

Разработчик:

Д.ф.-м.н.,

профессор кафедры математической физики Могилевский М.А.Бородин

Программа учебной дисциплины утверждена на заседании *кафедры математической физики*.

Протокол №5 от "30" ноября 2016 г.

И.о.зав. кафедры математической физики Сенченко В.А. Богатырев

Программа учебной дисциплины одобрена учебно-методической комиссией *физико-технического факультета*

Протокол №1 от "14" декабря 2016 г.

Председатель учебно-методической комиссии факультета

Котенко В.Н.Котенко

**1. Область применения и место дисциплины в учебном процессе:** Учебная дисциплина «Теория функций комплексного переменного» относится к циклу базовой части профессионального блока. В курсе излагаются основные понятия теории функций комплексной переменной. Изучаются комплексная арифметика, дифференцирование и интегрирование функций комплексного переменного, свойства и приложения аналитических функций. Рассматривается теория вычетов и ее приложения к вычислению контурных и несобственных интегралов. Курс состоит из теоретической (лекции) и практической (семинарские занятия) частей.

**Структура дисциплины (модуля)**

Характеристика учебной дисциплины	очная форма обучения на базе		заочная форма обучения на базе		
	ОСО	СПО (ускор.)	ОСО	СПО (ускор.)	ВПО (ускор.)
Уровень высшего профессионального образования	Бакалавриат				
Образовательный уровень:	Академический бакалавр				
Направление подготовки	<b>44.03.05</b> «Педагогическое образование» (с двумя профилями подготовки)				
Профиль	физики и информатики				
Количество содержательных модулей (тем)	2 *( число тем)				
Дисциплина базовой / вариативной части образовательной программы <sup>1</sup>	<b>Профессиональный блок, Вариативная часть</b>				
Формы контроля	<i>*текущие, (модульный контроль) и промежуточная аттестация (экзамен).</i>				
Показатели	очная форма обучения на базе		*заочная форма обучения на базе		
	ОСО	*СПО (ускор.)	ОСО	СПО (ускор.)	ВПО (ускор.)
Количество зачетных единиц (кредитов)	3				
Количество часов	108				
Год подготовки	2				
Семестр	3				
Количество часов					
- лекционных	18				
- практических, семинарских	36				
- лабораторных	-				
- самостоятельной работы	54				
в т.ч. индивидуальное задание					
Недельное количество часов, т.ч.					
аудиторных	3				

ОСО – общее среднее образование

СПО – среднее профессиональное образование

ВПО – высшее профессиональное образование

1-в соответствии с ОП (образовательной программой)

## 2. Описание дисциплины

**Цель.** Изучение основ теории функций комплексного переменного и ее приложений. Снабдить студентов математическим аппаратом, необходимых для применения математических методов в практической деятельности и в научных исследованиях. Познакомить студентов с понятиями, фактами и методами, составляющими теоретические основы теории функций комплексного переменного. Дать студентам знания по теории функций комплексного переменного, необходимые для понимания ее приложений к математическому анализу, алгебре, дифференциальным уравнениям, физики. Развить у студентов навыки работы с объектами более сложной структуры, чем действительные числа и их функции, которые находят практическое применение практически во всех дисциплинах цикла «Теоретическая физика» и в особенности в классической механике, электродинамике и квантовой теории.

### **Задачи:**

- теоретическое освоение студентами современных концепций и моделей теории функций комплексного переменного;
- приобретение практических навыков применения аппарата теории функций комплексного переменного в математике, физике;
- освоение понятия аналитической функции, ее продолжения, конформного отображения, ряда Лорана, основ теории вычетов.

**Требования к результатам освоения дисциплины:** Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ГОС ВПО по данному направлению подготовки (профилю):

### **а) общекультурных (ОК):**

- способностью использовать естественнонаучные и математические знания для ориентирования в современном информационном пространстве (ОК-3);
- способностью к самоорганизации и самообразованию (ОК-6);

### **б) общепрофессиональных (ОПК):**

- способностью использовать свободное владение профессионально профилированными знаниями в области компьютерных технологий для решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящихся за пределами направленности (профиля) подготовки (ОПК-7);

### **в) профессиональных (ПК):**

#### **педагогическая деятельность:**

- готовностью к взаимодействию с участниками образовательного процесса (ПК-6);
- способностью организовывать сотрудничество обучающихся, поддерживать их активность, инициативность и самостоятельность, развивать творческие способности (ПК-7);

#### **научно-исследовательская деятельность:**

- готовностью использовать систематизированные теоретические и практические знания для постановки и решения исследовательских задач в области образования и науки (ПК-11); В результате изучения учебной дисциплины

студент должен

### **Знать:**

- арифметику комплексных чисел, основные понятия теории функций комплексной переменной;
- основные методы теории функций комплексной переменной;

### **Уметь:**

- применять методы теории функций комплексных переменных к решению аналогичных задач с физическим содержанием;
- применять основные понятия для решения задач оригинального содержания и повышенного уровня сложности;
- выполнять основные алгебраические операции с комплексными числами, вычислять простейшие контурные и несобственные интегралы с использованием вычетов;

- делать обобщения и оценивать их достоверность и границы применимости;

**Владеть:**

- навыками решения прикладных задач с использованием методов теории функций комплексной переменной;
- навыками применения аналитических функций к решению краевых задач.
- системой теоретических знаний по математике;
- различными методами вычисления производных от комплексных функций;
- методами вычисления простейших контурных и несобственных интегралов;
- навыками работы с учебной, научной и методической литературой по математическим дисциплинам.

### 3. Содержание дисциплины и формы организации учебного процесса

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия и самостоятельная работа студента. Теоретический курс дисциплины «Теория функций комплексного переменного» излагается с использованием объяснительных и исследовательских методов преподавания.

В учебном процессе широко используются активные и интерактивные формы проведения занятий (разбор конкретных ситуаций, дискуссия), внеаудиторная самостоятельная работа, балльно-рейтинговая система оценки успеваемости, личностно-ориентированное обучение, проблемное обучение.

Самостоятельная работа студентов предусматривает выполнение индивидуальных заданий; проработку теоретических основ прослушанного лекционного материала; изучение отдельных тем и вопросов, запланированных для самостоятельного изучения; изучение учебной и методической литературы; составление конспектов; решение задач; систематизацию изученного материала перед модульным контролем.

Порядковый номер и тема	Краткое содержание темы
	<b><i>Содержательный модуль 1</i></b>
<b><i>Тема 1.</i></b> Комплексные числа.	Определение комплексного числа. Извлечение корня из комплексного числа. Последовательности комплексных чисел и ряды. Комплекснозначные функции действительного переменного. Дифференциальное исчисление функций комплексного переменного: определение функции комплексного переменного, элементарные функции, понятие предела, непрерывность функции комплексного переменного, понятие производной, аналитическая функция, условие дифференцируемости, геометрический смысл производной, конформное отображение. Формула Ньютона-Лейбница.
<b><i>Тема 2.</i></b> Ряды Тейлора и Лорана	Ряды: числовые и функциональные комплексные ряды, степенные ряды, теорема Абеля, радиус и круг сходимости, свойства степенного ряда, разложения в ряды Тейлора и Лорана, приемы разложения в ряд Лорана, изолированные особые точки и их классификация. Интегрирование функций по комплексному переменному: понятие интеграла от функции комплексного переменного, интегральная теорема Коши, интегральная формула Коши, производные высших порядков от аналитических функций. Условие Коши-Римана.
	<b><i>Содержательный модуль 2</i></b>
<b><i>Тема 3.</i></b> Особые	Особые точки и их классификация. Основная теорема

точки	вычетов. Логарифмический вычет. Принцип аргумента. Лемма Жордана. Применение теоремы вычетов к определению некоторых типов определенных и неопределенных интегралов.
<b>Тема 4.</b> Преобразования Лапласа.	Теория вычетов: определение вычета, формулы вычетов, основная теорема о вычетах, применение вычетов при вычислении определенных интегралов. Преобразование Лапласа: понятие преобразования Лапласа, формула обращения преобразования Лапласа, применение интегральных преобразований для решения задач математической физики, асимптотические оценки интегралов и метод перевала, асимптотические разложения некоторых специальных функций.

ОД

[illegible]





## **11. Контрольные вопросы к промежуточной аттестации (экзамен):**

1. Комплексные числа. Действия с комплексными числами. Комплексная плоскость. Модуль и аргумент комплексного числа, их свойства. Комплексное сопряжение. Геометрическая интерпретация комплексных чисел. Операции возведения в целую степень и извлечение корня, формулы Эйлера и Муавра. Некоторые множества точек на комплексной плоскости.

2. Последовательности комплексных чисел. Предел последовательности комплексных чисел. Необходимое и достаточное условие сходимости последовательности комплексных чисел. Критерий Коши. Понятие бесконечно удаленной точки. Расширенная комплексная плоскость.

3. Понятие функции комплексного переменного. Однозначные и однолистные отображения. Обратные функции. Элементарные функции комплексного переменного: линейная и дробно-линейная функция, экспонента и логарифм, степень с произвольным показателем, функция Жуковского; тригонометрические и гиперболические функции.

4. Предел функции комплексного переменного. Непрерывность и равномерная непрерывность.

5. Дифференцируемость по комплексному переменному. Условия Коши-Римана. Аналитические функции и их свойства. Геометрический смысл модуля и аргумента производной аналитической функции. Понятие конформного отображения.

6. Интеграл от функции комплексной переменной по кривой на комплексной плоскости, его свойства, связь с криволинейными интегралами, сведение к интегралу по действительной переменной, замена переменной.

7. Интегральная теорема Коши. Неопределенный интеграл, первообразная, формула Ньютона-Лейбница, интегральная формула Коши-Адамара.

8. Интеграл Коши. Интегральная формула Коши. Формула среднего значения. Принцип максимума модуля аналитической функции.

9. Интеграл типа Коши и возможность его дифференцирования под знаком интеграла. Бесконечная дифференцируемость аналитических функций. Теорема Морера. Теорема Лиувилля.

10. Интегралы, зависящие от параметра.

11. Функциональные ряды. Равномерная сходимость. Почленное интегрирование равномерно сходящегося ряда. Первая и вторая теоремы Вейерштрасса о рядах аналитических функций.

12. Степенные ряды. Теорема Абеля. Круг сходимости. Формула Коши-Адамара для радиуса сходимости. Ряд Тейлора. Теорема о представлении аналитической функции рядом Тейлора.

13. Правильные и особые точки функции. Нули аналитической функции. Теорема о нулях аналитической функции. Единственность определения аналитической функции. Множества задания аналитической функции.

14. Понятие аналитического продолжения. Аналитическое продолжение через общую подобласть двух областей. Теорема о наличии особой точки на границе круга сходимости степенного ряда для аналитической функции. Аналитическое продолжение через общий участок границы двух областей. Аналитическое продолжение с действительной оси. Распространение на комплексную плоскость соотношений, справедливых на действительной оси. Понятие римановой поверхности и точки ветвления многозначных функций.

15. Ряд Лорана, область его сходимости. Разложение аналитической функции в ряд Лорана, единственность разложения.

16. Изолированные особые точки однозначной аналитической функции. Их классификация по поведению функции и ряду Лорана. Теоремы об устранимой особой точке и о полюсе. Бесконечно удаленная точка как особая.

17. Понятие вычета. Основная теорема теории вычетов. Вычисление вычетов. Применение вычетов к вычислению определенных и несобственных интегралов. Лемма Жордана.

18. Логарифмический вычет. Принцип аргумента. Теорема Руше. Основная теорема высшей алгебры.

19. Конформные отображения. Необходимое и достаточное условие конформности отображения. Основные принципы конформных отображений: принцип соответствия границ, теорема Римана (без доказательства).

20. Конформные отображения, осуществляемые элементарными функциями. Дробно-линейная функция и ее свойства. Общий вид дробно-линейного отображения круга на себя и верхней полуплоскости на круг. Функция Жуковского и ее свойства.

21. Гармонические функции на плоскости, их связь с аналитическими функциями. Преобразование оператора Лапласа при конформном отображении. Применение конформных отображений в задачах электростатики. Задача Дирихле, применение конформных отображений для ее решения. Формулы Пуассона для круга и для верхней полуплоскости. Задача Робэна- определение плотности распределения заряда на идеально проводящем проводнике.

22. Преобразование Лапласа и его свойства. Изображение элементарных функций. Свойства изображения. Теорема Меллина, формула обращения преобразования Лапласа. Применение преобразования Лапласа к решению линейных дифференциальных уравнений. Изображение произведения.

#### 14. Критерии оценивания

*(Разрабатываются и утверждаются кафедрой)*

Согласно модульному принципу организации учебного процесса содержание учебной дисциплины «Теория функций комплексного переменного» состоит из двух зачетных модулей. Каждый зачетный модуль состоит из теоретического материала и практических задач, выполнение которых требует овладения теорией в указанном в модуле объеме.

Оценка знаний студентов проводится по 100-балльной шкале согласно следующим критериям:

Зачетные модули	Форма контроля	Баллы
Смысловый модуль 1	Контрольная работа	25
Смысловый модуль 2	Контрольная работа	25
Зачет		50
Общий итог		100

Шкала оценивания:

Оценка по 100-балльной шкале	Оценка по шкале ECTS	Оценка по государственной шкале (экзамен, дифференцированный зачет)	Определение
90–100	A	«Отлично» (5)	отлично – отличное выполнение с незначительным количеством неточностей
80–89	B	«Хорошо» (4)	хорошо – в целом правильно выполненная работа с незначительным количеством ошибок (до 10%)

75–79	C		хорошо – в целом правильно выполненная работа с незначительным количеством ошибок (до 15%)
70–74	D	«Удовлетворительно» (3)	удовлетворительно – неплохо, но со значительным количеством недостатков
60–69	E		достаточно – выполнение удовлетворяет минимальные критерии
35–59	FX	«Неудовлетворительно» с возможностью повторной сдачи (2)	неудовлетворительно – надо поработать над тем, как получить положительную оценку
0-34	F	«Неудовлетворительно» с возможностью повторной сдачи при условии обязательного набора дополнительных баллов (2)	неудовлетворительно-выполнение заданий не удовлетворяет даже минимальным критериям

Знание теоретической части курса оценивается с точностью до 5 баллов по следующим критериям:

1. Студент получает 76-100% баллов от максимального, если показал
  - глубокие и полные ответы на теоретические вопросы; глубокое понимание физической сущности проблемы;
  - умение проводить логические рассуждения и обобщения и сопровождать их соответствующими доказательствами;
2. Студент получает 51-75% баллов от максимального, если показал
  - глубокие и полные ответы на теоретические вопросы с незначительными погрешностями, затем исправленными самим студентом; понимание физической сущности рассматриваемых проблем;
  - умение логически рассуждать и проводить доказательства;
3. Студент получает 26-50% баллов от максимального, если показал
  - при ответе на теоретические вопросы ряд неточностей, которые студент не в состоянии самостоятельно исправить;
4. Студент получает 0-25% баллов от максимального, если
  - не выполнены требования, изложенные в предыдущих пунктах;
  - нет ответов на теоретические вопросы.

#### **Экзамен оценивается в 50 баллов.**

Для оценки экзамена преподаватель руководствуется следующими принципами:

**50 баллов** - показаны систематические и глубокие знания при ответе на теоретические вопросы билета, выполнена практическая часть билета в полном объеме;

**40 баллов** - показаны систематические и глубокие знания при ответе на теоретические вопросы билета, выполнена практическая часть билета в полном объеме, но при ответе допущены несущественные ошибки;

**30 баллов** – показаны не систематические и не глубокие знания при ответе на теоретические вопросы билета, практическая часть билета выполнена не в полном объеме, при ответе допущено несколько существенных ошибок;

**20 баллов** - показаны поверхностные знания при ответе на теоретические вопросы билета, практическая часть билета не выполнена, при ответе допущено много существенных ошибок;

-простые вопросы по знанию основных определений и формул, воспроизведены отдельные фрагменты материала с помощью экзаменатора.

0 - полное незнание материала.

### 15. Материально-техническое обеспечение учебного процесса

1. Для проведения лекционных занятий требуется аудитория на курс, оборудованная меловой или интерактивной доской.
2. Ноутбук.
3. Выход в Интернет.
4. Wi-Fi доступ в корпусах университета.
5. Текстовые и электронные ресурсы Научной библиотеки университета.

### 16. Рекомендованная литература

#### Основная литература

1. Аксентьев Л.А. Сборник задач по теории функций комплексного переменного и операционному исчислению: (учеб. пособие для студентов мех.-мат. физ. фак. и фак. ВМК ун-та и для фак. повышения квалификации преподавателей) / Л.А. Аксентьев. – 3-е изд. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1984. – 90 с. (1 экз.)
2. Алешков Ю.З. Лекции по теории функций комплексного переменного: Учеб. пособие / Ю.З. Алешков, С.-Петербург. гос. ун-т. – СПб. : Изд-во С.-Петерб. ун-та, 1999. – с 196 с. (интернет адрес) <http://www.apmath.spbu.ru/ru/staff/starkov/tfcp-part1.pdf>
3. Бицадзе А. В. Основы теории аналитических функций комплексного переменного. – М.: Наука, 1984. – 320 с. (интернет адрес) <http://www.twirpx.com/file/392025/>
4. Леонтьева Т.А. Задачи по теории функций комплексного переменного: [Учеб. пособие для ун-тов и высш. техн. учеб. заведений] / Т.А. Леонтьева, В.С. Панферов, В.С. Серов. – М.: Изд-во МГУ, 1992. – 253 с. (интернет адрес) <http://www.twirpx.com/file/1540038/>
5. Половинкин Е.С. Курс лекций по теории функций комплексного переменного: [для студентов вузов] / Е.С. Половинкин. М.: Физматкнига, 2003. – 203 с. (интернет адрес) <http://edu-lib.net/matematika-2/dlya-studentov/privalov-i-i-vvedenie-v-teoriyu-funktsiy-kompleksnogo-peremennogo-onlayn>
6. Лаврентьев М. А., Шабат Б. В. Методы теории функций комплексного переменного. – М.: Наука, 1965. – 716 с. (интернет адрес) [http://math.nw.ru/~pozharsky/3kypc/FilesAdd/Lavrentev\\_TFKP.pdf](http://math.nw.ru/~pozharsky/3kypc/FilesAdd/Lavrentev_TFKP.pdf)
7. Романовский П. И. Ряды Фурье. Теория поля. Аналитические и специальные функции. Преобразования Лапласа. – М.: Наука. 1980. – 336 с. (интернет адрес) <http://www.mathnet.ru/links/eb288a3f30af739f53347a301cb7094d/rm6587.pdf>
8. А.Г.Свешников, А.Н.Тихонов. Теория функций комплексной переменной. М.: Физматлит, 2004. – 221 с.
9. Стоилов С. Теория функций комплексного переменного. Т. 1, 2. – М.: Изд-во иностр. лит., 1962. – 414 с. (интернет адрес) <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics/complex.ht>
10. Фукс Б. А., Левин В. И. Функции комплексного переменного и некоторые их приложения. – М.; Л.: Наука, 1951. – 308 с. (интернет адрес) <http://www.twirpx.com/file/1179884/>
11. Шабат Б. В. Введение в комплексный анализ.— М.: Наука, 1969. – 576 с. <http://www.twirpx.com/file/68655/>

#### Дополнительная литература

1. Билута П. А. Лекции по теории функций комплексного переменного / Новосиб. гос. ун- т. Новосибирск, 2005. – 182 с. (интернет адрес) <http://mmf.nsu.ru/sites/default/files/bilutapa-kurstfcp-2015-2016.pdf>

2. Привалов И.И. Введение в теорию функций комплексного переменного. М.:Наука,1977. – с. <http://www.twirpx.com/file/38461/>

3.Сидоров Ю.В., Федорюк М.В., Шабунин М.И. Лекции по теории функций комплексного переменного. М.: – «Наука». Гл. ред. физ.-мат. лит., 1989. – 480 с.

4. Смирнов В. И. Курс высшей математики. Т. 3, ч. 2. – М.: Наука, 1974. – 672 с. (интернет адрес) <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics/calculus.htm>

5. Шабат Б.В. Введение в комплексный анализ, часть 1,2. М.: –«Наука». Гл. ред. физ.-мат. лит., 1976. – 344 с.

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры с изменениями (без изменений) на 201\_\_\_\_ год. Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_ от \_\_\_\_ .  
Зав.кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры с изменениями (без изменений) на 2018/2019 год. Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_ от \_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры с изменениями (без изменений) на 2019/2020 год. Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_ от \_\_\_\_

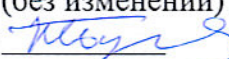
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

2. Привалов И.И. Введение в теорию функций комплексного переменного. М.:Наука,1977. – с. <http://www.twirpx.com/file/38461/>

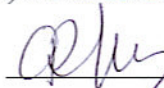
3.Сидоров Ю.В., Федорюк М.В., Шабунин М.И. Лекции по теории функций комплексного переменного. М.: – «Наука». Гл. ред. физ.-мат. лит., 1989. – 480 с.

4. Смирнов В. И. Курс высшей математики. Т. 3, ч. 2. – М.: Наука, 1974. – 672 с. (интернет адрес) <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics/calculus.htm>

5. Шабат Б.В. Введение в комплексный анализ, часть 1,2. М.: –«Наука». Гл. ред. физ.-мат. лит., 1976. – 344 с.

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры с изменениями (без изменений) на 201 7 год. Протокол заседания кафедры № 12 от 16.06.17  
Зав.кафедрой 

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры с изменениями (без изменений) на 2018/2019 год. Протокол заседания кафедры № 1 от 20.08.2018

/ Зав. кафедрой 

 Т.Е.

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры с изменениями (без изменений) на 2019/2020 год. Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_ от \_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_