

Министерство науки и высшего образования  
Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Донецкий государственный университет»

Физико-технический факультет  
Кафедра математической физики



П.А. Машаров

«29» марта 2024 г.

МП

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ТЕОРИЯ ФУНКЦИЙ КОМПЛЕКСНОГО ПЕРЕМЕННОГО

Укрупненная группа направлений подготовки	44.00.00 Образование и педагогические науки
Программа высшего образования	Программа бакалавриата
Направление подготовки	44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)
Профили подготовки	Физика и информатика
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Очная, заочная

Рабочая программа адаптирована для лиц  
с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Донецк 2024

Рабочая программа дисциплины «Теория функций комплексного переменного» для обучающихся по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки) (Профили: Физика и Информатика), составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 22.02.2018 № 125 (с изм. и доп.), Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06 апреля 2021 г. № 245 (с изм. и доп.), в соответствии с учебным планом, утвержденным Ученым советом ФГБОУ ВО «ДонГУ» для набора 2024 года.

Разработчик:

доцент кафедры математической физики,  
канд. физ.-мат. наук



А.Д. Манов

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры математической физики.  
Протокол от 26.03.2024 г. № 9

Врио зав.кафедрой



В.И. Колесник

СОГЛАСОВАНО:

И. о. декана физико-технического  
факультета  
28.03.2024 г.



С. А. Фоменко

Учебно-методическая комиссия физико-технического факультета.  
Протокол от 27.03.2024 г. № 2.  
Председатель



В. Н. Котенко

Руководитель основной профессиональной  
образовательной программы,  
кандидат физико-математических наук  
26.03.2024 г.



А. В. Безус

## 1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Требования к предварительной подготовке обучающихся, предшествующие и сопутствующие дисциплины, на которых основывается изучение данной:

базовая подготовка по математике в объеме программы средней школы;  
общая и экспериментальная физика (Молекулярная физика. Термодинамика);  
теоретическая физика (Теоретическая механика. Механика сплошных сред).

1.2. Дисциплины, курсовые работы и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее:

«Теоретическая физика (Квантовая механика)», «Теоретическая физика (Электродинамика)».

## 2. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 2.1. Общая характеристика

Наименование показателя	Значение показателя
Название образовательной программы	44.03.05 Педагогическое образование
Шифр и название в соответствии с учебным планом	Б1.В.ОД.8 Теория функций комплексного переменного
Часть образовательной программы	Вариативная часть: выбор вуза
Количество зачетных единиц / всего часов	2,5 / 90

### 2.2. Распределение часов по формам и периодам обучения

Форма обучения	курс	семестр	Общее количество часов					Форма контроля
			лекци-онных	лабора-торных	практи-ческих	самостоя-тельной и контактной работы	всего	
Очная	2	3	17	34	-	39	90	экзамен
Заочная	2	3	4	6	-	80	90	экзамен

## 3. ЦЕЛИ ДИСЦИПЛИНЫ

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.

## 4. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ КОМПОНЕНТА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ, ИХ ИНДИКАТОРЫ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Компетенции	Индикаторы	Результаты обучения
ПК-2. Способен организовать	ПК-2.17. Способен строго	ПК-2.17.1. Знает корректные постановки классических задач аналитической

Компетенции	Индикаторы	Результаты обучения
деятельность обучающихся, направленную на освоение дополнительной общеобразовательной программы с использованием специальных научных знаний	доказать утверждение, сформулировать результат, увидеть следствия полученного результата.	геометрии, основные понятия векторной алгебры. ПК-2.17.2. Умеет доказывать математические утверждения, а также на основе анализа увидеть и корректно сформулировать полученный результат. ПК-2.17.3. Владеет навыками решения основных типов задач аналитической геометрии, способностью к обобщению, навыками критической переработки литературы.
	ПК-2.18. Готовность использовать фундаментальные знания в области теории функций комплексного переменного в будущей профессиональной деятельности.	ПК-2.18.1. Знает основы теоретических сведений и основные математические понятия. ПК-2.18.2. Умеет использовать аппарат векторной алгебры для решения задач. ПК-2.18.3. Владеет навыками решения задач векторным методом и навыками логического мышления.

## 5. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Название темы	Краткое содержание темы (вопросы темы)
Раздел 1.	
1. Комплексные числа	1.1. Определение комплексного числа. Алгебраические операции. 1.2. Тригонометрическая и показательные формы комплексного числа. 1.3. Изображение комплексного числа на комплексной плоскости.
2. Функции комплексной переменной	2.1. Основные трансцендентные функции комплексного переменного. 2.2. Формула Эйлера. 2.3. Предел комплексного переменного. Непрерывность.
3. Дифференцирование функции комплексного переменного	3.1. Аналитичность функции комплексного переменного. 3.2. Условия Коши-Римана.
4. Интегрирование функции комплексного переменного	4.1. Основные свойства интегралов. Независимость интеграла от пути интегрирования. 4.2. Интегральная теорема Коши. 4.3. Формула Коши. 4.4. Теорема Коши для многосвязной области.
5. Ряды с комплексными числами	5.1. Последовательности комплексных чисел. 5.2. Необходимое условие сходимости ряда с комплексными числами.

Название темы	Краткое содержание темы (вопросы темы)
	5.3. Достаточные признаки сходимости ряда. 5.4. Равномерная сходимость функционального ряда. Теорема Абеля.
6. Ряды Тейлора и Лорана	6.1. Ряд Тейлора. Нули аналитической функции. 6.2. Разложение функции в ряд Тейлора. 6.3. Ряд Лорана. Изолированные особые точки их классификация. 6.4. Разложение функции в ряд Лорана.
7. Вычеты	7.1. Основная теорема о вычетах. 7.2. Вычисление вычетов с помощью ряда Лорана. 7.3. Вычисление определенных интегралов с помощью вычетов.

## 6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Форма обучения – очная, курс – 2, семестр – 3

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС+К	Всего
Раздел 1.	17	34	-	39	90
1. Комплексные числа	2	4	-	5	11
2. Функции комплексной переменной	2	4	-	5	11
3. Дифференцирование функции комплексного переменного	2	4	-	5	11
4. Интегрирование функции комплексного переменного	2	4	-	5	11
5. Ряды с комплексными числами	2	4	-	5	11
6. Ряды Тейлора и Лорана	3	6	-	6	15
7. Вычеты	4	8	-	8	20
<b>ИТОГО ЗА СЕМЕСТР</b>	<b>17</b>	<b>34</b>	<b>-</b>	<b>39</b>	<b>90</b>
<b>ИТОГО ПО КОМПОНЕНТУ ОПОП</b>	<b>17</b>	<b>34</b>	<b>-</b>	<b>39</b>	<b>90</b>

### 6.2. Форма обучения – заочная, курс – 2, семестр – 3

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС+К	Всего
Раздел 1.	4	6	-	80	90
1. Комплексные числа	0,5	0,5	-	10	11
2. Функции комплексной переменной	1	0,5	-	9,5	11
3. Дифференцирование функции комплексного переменного	0,5	1	-	9,5	11
4. Интегрирование функции комплексного переменного	0,5	1	-	9,5	11
5. Ряды с комплексными числами	0,5	1	-	9,5	11
6. Ряды Тейлора и Лорана	0,5	1	-	13,5	15
7. Вычеты	0,5	1	-	18,5	20
<b>ИТОГО ЗА СЕМЕСТР</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>-</b>	<b>80</b>	<b>90</b>
<b>ИТОГО ЗА КУРС</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>-</b>	<b>80</b>	<b>90</b>

## 7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ (СРЕДСТВА) ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 7.1. Контрольные вопросы

#### Раздел 1.

1. Комплексные числа.
2. Последовательности комплексных чисел.
3. Понятие функции комплексного переменного. Однозначные и однолистные отображения. Обратные функции.
4. Предел функции комплексного переменного. Непрерывность и равномерная непрерывность.
5. Дифференцируемость по комплексному переменному. Условия Коши-Римана.
6. Интегральная теорема Коши. Неопределенный интеграл, первообразная, формула Ньютона-Лейбница, интегральная формула Коши-Адамара.
7. Интеграл Коши. Интегральная формула Коши. Формула среднего значения.
8. Понятие гармонической функции на плоскости. Восстановление аналитической функции по ее действительной части. Принцип максимума модуля.
9. Правильные и особые точки функции. Нули аналитической функции. Теорема о нулях аналитической функции.
10. Понятие аналитического продолжения.
11. Разложение в ряд Тейлора, единственность разложения.
12. Ряд Лорана, область его сходимости. Разложение аналитической функции в ряд Лорана, единственность разложения.
13. Изолированные особые точки однозначной аналитической функции.
14. Понятие вычета. Основная теорема теории вычетов.

### 7.2. Темы письменных работ (типы задач)

#### Контрольные работы по практике темат:

- действия над комплексными числами, нахождение предела функции комплексного переменного
- применение интегральной теоремы Коши, формулы Ньютона-Лейбница, интегральной формулы Коши-Адамара;
- восстановление аналитической функции по ее действительной части, принцип максимума модуля;
- разложение в ряд Тейлора, применение основной теоремы вычетов.

Контрольная работа по проверке теоретических знаний – по всем темам, с использованием указанных выше контрольных вопросов.

7.3. Образец содержания экзаменационного билета (при наличии экзамена по дисциплине)

Донецкий государственный университет Физико-технический факультет Кафедра математической физики	
Программа высшего образования	Программа бакалавриата
Направление подготовки	44.03.05 Педагогическое образование
Профиль подготовки	Физика и информатика
Форма обучения	Очная
Семестр	Третий
Дисциплина	Теория функций комплексного переменного
<b>Экзаменационный билет № 1</b>	
<p>1. Вычислить интеграл <math>\int_{\gamma} \frac{e^z dz}{z(z^2 + 4)}</math>, если</p> <p>а) <math>\gamma:  z  = 0,5</math>, б) <math>\gamma:  z  = 1</math>, в) <math>\gamma:  z - 2i  = 3</math>.</p> <p>2. Найти особые точки функции <math>f(z) = \frac{\sin z}{z(z^2 - 3z + 2)}</math> и исследовать их характер.</p> <p>3. Найти <math>\operatorname{Re} z \{f(z), z_0\}</math>, если <math>f(z) = \frac{1}{z^2(z^2 + 4)}</math>, а) <math>z_0 = 2i</math>, б) <math>z_0 = 0</math>.</p>	
Зав. кафедрой	Т.Е. Пясецкая
Экзаменатор	А.Д. Манов

В случае ведения учебного процесса с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, содержание билета может отличаться от приведенного.

## 8. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БАЛЛОВ, КОТОРЫЕ ПОЛУЧАЮТ ОБУЧАЮЩИЕСЯ

Общая оценка знаний обучающихся по дисциплине проводится по 100-балльной шкале исходя из максимума, приведенного в таблице ниже. Организационно-учебная работа в аудитории оценивается на основе таких критериев как посещаемость занятий, своевременное и качественное выполнение домашних заданий, активность во время проведения лекционных и практических занятий (участие в обсуждении текущего и пройденного материала, решение задач и т.п.).

Для очной формы обучения

Номера разделов	Виды работ	Максимальное количество баллов
1	Организационно-учебная работа в аудитории	10
	Самостоятельная и лабораторные работы	35
	Контрольные работы по практике	20
	Контрольная работа по теоретическому материалу	5
ИТОГО		70
Экзамен		30
Общий итог за семестр		100

Для заочной формы обучения

Номера разделов	Виды работ	Максимальное количество баллов
1	Организационно-учебная работа в аудитории	10
	Самостоятельная и лабораторные работы	35
	Контрольные работы по практике	20
	Контрольная работа по теоретическому материалу	5
ИТОГО		70
Экзамен		30
Общий итог за курс		100

Соответствие баллов оценке

Количество баллов из 100	ECTS	Оценка по пятибалльной шкале	
		Экзамен, дифференцированный зачет	Зачет
90-100	A	отлично	зачтено
80-89	B	хорошо	зачтено
75-79	C		зачтено
70-74	D	удовлетворительно	зачтено
60-69	E		зачтено
35-59	FX	неудовлетворительно	не зачтено
0-34	F		не зачтено

## 9. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ

В ходе реализации дисциплины используются следующие дополнительные методы обучения, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в зависимости от их индивидуальных особенностей:

- 1) для слепых и слабовидящих:
  - лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
  - для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;
  - письменные задания оформляются увеличенным шрифтом.
- 2) для глухих и слабослышащих:
  - лекции оформляются в виде электронного документа;
  - письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;
  - экзамен проводится в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.
- 3) для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
  - лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
  - письменные задания выполняются на компьютере;
  - экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

- 1) для слепых и слабовидящих:
  - в печатной форме увеличенным шрифтом;
  - в форме электронного документа;
- 2) для глухих и слабослышащих:
  - в печатной форме;
  - в форме электронного документа.
- 3) для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
  - в печатной форме;
  - в форме электронного документа.

## 10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Учебные занятия проводятся в 4-м учебном корпусе (г. Донецк, пр. Театральный, д. 13). Для проведения лабораторных занятий требуется аудитория, оборудованная меловой или маркерной доской, мультимедийный проектор и экран, ноутбук, комплект учебной мебели для студентов, рабочее место преподавателя. Выход в Интернет проводной или с использованием Wi-Fi.

Для самостоятельной работы используются текстовые и электронные ресурсы Научной библиотеки университета и других электронных библиотечных баз данных, учебно-методическое обеспечение, представленное в учебно-методическом кабинете 104, 106 и 107 ауд. (главный корпус университета)

Обучающиеся имеют возможность использовать учебные материалы по дисциплине, размещенные на платформе Moodle Центра дистанционного образования ФГБОУ ВО «ДонГУ». При изучении дисциплины применяются электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

С использованием ресурсов платформы дистанционного образования осуществляется текущий контроль знаний обучающихся на основе тестирования и проверки результатов самостоятельной работы.

## 11. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

### 11.1. Основная литература

1. Лаврентьев М.А. Методы теории функций комплексного переменного: [Учеб. пособие для ун-тов по специальностям "Математика", "Физика", "Механика"] / М. А. Лаврентьев, Б. В. Шабат. – 5-е изд. – М.: Наука, 1987. – 688 с.
2. 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.
3. Половинкин Е.С. Курс лекций по теории функций комплексного переменного: [для студентов вузов] / Е.С. Половинкин. – М.: Физматкнига, 2003. – 203 с.
4. Свешников А.Г. Теория функций комплексной переменной: учеб. для ун-тов по специальностям "Физика" и "Прикл. математика" / А.Г. Свешников, А.Н. Тихонов. – Изд. 3-е. – Москва: Наука, 1974. – 319 с.

5. Шабат Б.В. Введение в комплексный анализ: [учеб. пособие для мех.-мат. фак. ун-тов] / Б.В. Шабат. – Москва: Наука, 1969. – 576 с.

#### 11.2. Дополнительная литература

1. Билута П.А. Лекции по теории функций комплексного переменного: Учеб. пособие / П.А. Билута. – Новосибирск: Изд-во Новосиб. ун-та, 1991. – 155 с.

2. Картан А. Элементарная теория аналитических функций одного и нескольких комплексных переменных: пер. с фр. / А. Картан; пер. Г. Н. Тюриной, Д. Б. Фукса; под ред. Б.В. Шабата. – Москва: Изд. иностр. лит., 1963. – 296 с.

3. Привалов И.И. Введение в теорию функций комплексного переменного: Учеб. для студентов вузов / И.И. Привалов. – 14-е изд. – М.: Высш. шк., 1999. – 432 с.

### 12. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

1. **Национальная электронная библиотека (НЭБ):** федеральная государственная информационная система / Министерство Культуры РФ; Российская государственная библиотека. – Москва, 2019- . – URL: <https://rusneb.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный, подписка. Необходима установка программного обеспечения. – Текст: электронный.

2. **eLIBRARY.RU:** научная электронная библиотека: сайт. – Москва, 2000- . – URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.

3. Научная электронная библиотека **«КиберЛенинка»:** сайт / Ассоциация «Открытая наука». – Москва, 2014- . – URL: <https://cyberleninka.ru/>. – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

4. Электронно-библиотечная система **«Лань»:** [сайт]. – URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.

5. **ЭБС Юрайт:** электронная библиотечная система: сайт. – Москва, 2013. – URL: <https://biblio-online.ru> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.

6. **Электронно-библиотечная система ДонГУ:** сайт / ФГБОУ ВО «ДонГУ». – Донецк, 2016- . – URL: <http://library.donnu.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

7. **Электронный каталог** Научной библиотеки ДонГУ: раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://library.donnu.ru/catalog/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: поиск свободный, электронные документы – для пользователей ДонГУ.

8. **Электронный архив ДонГУ:** раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://repo.donnu.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный.

### 13. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Windows 7 PRO (корпоративная лицензия ДонГУ № 46484614)  
 2. Microsoft Office (корпоративная лицензия ДонГУ № 46472919)  
 3. Microsoft Visual Studio (лицензия программы Dream Spark для высших учебных заведений)

4. Антивирус Касперского, Adobe Acrobat Reader, xPDF (лицензии GPL, Apache, BSD для свободного программного обеспечения).