

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 КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕМЕННОЙ

Укрупненная группа направлений подготовки	03.00.00 Физика и астрономия
Программа высшего образования	Программа бакалавриата
Направление подготовки	03.03.02 Физика
Профиль подготовки	Физика
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Очная

Рабочая программа адаптирована для лиц  
с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Донецк 2024

Рабочая программа учебной дисциплины «Теория функций комплексной переменной» для обучающихся по направлению подготовки 03.03.02 Физика (Профиль подготовки: Физика) составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 03.03.02 Физика, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 07 августа 2020 г. № 891 (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 одобрена 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.



А. Фоменко

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



Н. Котенко

Руководитель основной профессиональной образовательной программы,  
канд. физ.-мат. наук



А.В. Безус

## 1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

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

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

дифференциальные уравнения, интегральные уравнения и вариационное исчисление, методы математической физики, теоретическая физика, используются при подготовке выпускной квалификационной работы.

## 2. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 2.1. Общая характеристика

Наименование показателя	Значение показателя
Название образовательной программы	03.03.02 Физика (Профиль: Физика)
Шифр и название в соответствии с учебным планом	Б1.Б.М2.5 Теория функций комплексного переменного
Часть образовательной программы	Базовая часть
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
			лекционных	лабораторных	практических	самостоятельной работы+контроль	всего	
Очная	2	3	17	17	—	56	90	экзамен

## 3. ЦЕЛИ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение основ теории функций комплексной переменной и ее приложений, развитие навыков 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

### 4.1. Компетенции

Компетенции	Индикаторы	Результаты обучения
ОПК-1. Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в	ОПК-1.9. Демонстрирует теоретические знания теории функций комплексного переменного.	ОПК-1.9.1. Знает основы теории функций комплексного переменного.
	ОПК-1.10. Применяет знания	ОПК-1.10. 1. Умеет

сфере своей профессиональной деятельности.	теории функций комплексного переменного при решении задач теоретического и прикладного характера.	применять знания теории функций комплексного переменного при решении математических и физических задач. ОПК-1.10.2. Владеет навыками применения инструментария теории функций комплексного переменного.
--	---	--

## 5. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Темы	Вопросы темы
1. Комплексные числа	Определение комплексного числа. Алгебраические операции. Тригонометрическая и показательные формы комплексного числа. Изображение комплексного числа на комплексной плоскости.
2. Функции комплексного переменного	Основные трансцендентные функции комплексного переменного. Формула Эйлера. Предел функции комплексной переменной. Непрерывность.
3. Дифференцирование и интегрирование функции комплексного переменного	Аналитичность функции комплексного переменного. Условия Коши-Римана. Основные свойства интегралов. Независимость интеграла от пути интегрирования. Интегральная теорема Коши. Формула Коши. Теорема Коши для многосвязной области.
4. Ряды с комплексными числами	Последовательности комплексных чисел. Необходимое условие сходимости ряда с комплексными числами. Достаточные признаки сходимости ряда. Равномерная сходимость функционального ряда. Теорема Абеля.
5. Ряды Тейлора и Лорана	Ряд Тейлора. Нули аналитической функции. Разложение функции в ряд Тейлора. Ряд Лорана. Изолированные особые точки их классификация. Разложение функции в ряд Лорана.
6. Вычеты	Основная теорема о вычетах. Вычисление вычетов с помощью ряда Лорана. 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
<b>Раздел 1. Функции комплексного переменного</b>	8	8	–	26	42
Комплексные числа	2	2	–	8	12
Функции комплексного переменного	2	2	–	9	13
Дифференцирование и интегрирование функции комплексного переменного	4	4	–	9	17

<b>Раздел 2. Ряды</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>–</b>	<b>30</b>	<b>48</b>
Ряды с комплексными числами	3	3	–	10	16
Ряды Тейлора и Лорана	3	3	–	10	16
Вычеты	3	3	–	10	16
<b>ИТОГО ЗА СЕМЕСТР</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>–</b>	<b>56</b>	<b>90</b>

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

### 7.1. Контрольные вопросы

#### Раздел 1

#### Функции комплексной переменной

1. Комплексные числа.
2. Последовательности комплексных чисел.
3. Понятие функции комплексного переменного. Однозначные и однолистные отображения. Обратные функции. Предел функции комплексного переменного. Непрерывность и равномерная непрерывность.
4. Дифференцируемость. Условия Коши-Римана.
5. Интегральная теорема Коши. Неопределенный интеграл, первообразная, формула Ньютона-Лейбница, интегральная формула Коши-Адамара.
6. Интеграл Коши. Интегральная формула Коши. Формула среднего значения.
7. Понятие гармонической функции на плоскости. Восстановление аналитической функции по ее действительной части. Принцип максимума модуля.
8. Правильные и особые точки функции. Нули аналитической функции. Теорема о нулях аналитической функции.

#### Раздел 2

#### Ряды

9. Разложение в ряд Тейлора, единственность разложения.
10. Ряд Лорана, область его сходимости.
11. Разложение аналитической функции в ряд Лорана, единственность разложения.
12. Изолированные особые точки однозначной аналитической функции.
13. Понятие вычета. Основная теорема теории вычетов.

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

Контрольные работы по практике по темам:

- комплексные числа (формы записи и алгебра комплексных чисел);
- функции комплексного переменного (исследование функции на дифференцируемость, восстановление аналитической функции, вычисление интегралов);
- ряды (разложение функции в ряд Лорана, вычисление вычетов и определенных интегралов с помощью ряда Лорана).

## 7.3. Образец содержания экзаменационного билета

1 семестр

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ**  
**ФГБОУ ВО «ДОНЕЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
**Физико-технический факультет**  
**Кафедра математической физики**

*Образовательная программа:* Бакалавриат  
*Направление подготовки:* 03.03.02 Физика  
*Специализация:* Физика  
*Форма обучения:* Очная  
*Семестр* Третий  
*Дисциплина:* Теория функций комплексного переменного

## ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №1

1. Дифференцируемость функции комплексной переменной. Условия Коши-Римана.
2. Ряд Лорана, область его сходимости.
3. Представить число  $z = \frac{1}{2} - \frac{1}{2}i$  в тригонометрической форме.
4. Найти вычеты функции  $f(z) = \frac{1}{z^3 - z^5}$  относительно всех ее изолированных особых точек и точки  $z = \infty$ .

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.).

## 8.1. Семестр 3

Номера разделов	Виды работ	Максимальное количество баллов
1,2	Организационно-учебная работа в аудитории	15
	Самостоятельная работа	15
	Контрольные работы по практике	15
	Контрольная работа по теоретическому материалу	15
ИТОГО		60
Экзамен		40
Общий итог за семестр		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 четвертом корпусе ДонГУ (г. Донецк, пр. Театральный, 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 четвертого корпуса (ауд.108).

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. – 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 "Прикладная математика" / А.Г. Свешников, А.Н. Тихонов. – М.: Наука, 1974. – 319 с.
5. Шабат Б.В. Введение в комплексный анализ: [учеб. пособие для мех.-мат. фак. ун-тов] / Б.В. Шабат. – М.: Наука, 1969. – 576 с.

### 11.2. Дополнительная литература

6. Билута П.А. Лекции по теории функций комплексного переменного: Учеб. пособие / П.А. Билута. – Новосибирск: Изд-во Новосиб. ун-та, 1991. – 155 с.
7. 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. – М.: Изд. иностр. лит., 1963. – 296 с.
8. Привалов И.И. Введение в теорию функций комплексного переменного: Учеб. для студентов вузов / И.И. Привалов. – 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).