

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

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

Факультет математики и информационных технологий
Кафедра математического анализа и дифференциальных уравнений

УТВЕРЖДАЮ
проректор

_____ П. А. Машаров
«17» апреля 2025 г.
МП

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ

Углубленная группа направлений подготовки Программа высшего образования	44.00.00 Образование и педагогические науки Программа бакалавриата
Направление подготовки	44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)
Направленность (профиль) образовательной программы	Математика и информатика
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Очная

Рабочая программа может быть адаптирована для лиц
с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Донецк 2025

Рабочая программа дисциплины **«Комплексный анализ»** для обучающихся по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки) (Профиль: Математика 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 февраля 2018 г. № 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 2025 года.

Разработчик:

доцент кафедры математического анализа и
дифференциальных уравнений,
канд. физ.-мат. наук

А. Ю. Иванов

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры математического анализа и
дифференциальных уравнений.
Протокол от 08.04.2025 г. № 9а

Заведующий кафедрой

В. В. Волчков

СОГЛАСОВАНО:

Декан факультета математики и
информационных технологий
16.04.2025 г.

И. А. Моисеенко

Учебно-методическая комиссия факультета математики и информационных технологий.
Протокол от 16.04.2025 г. № 3.
Председатель

Л. И. Селякова

Руководитель основной образовательной
программы, д-р пед. наук, проф.
16.04.2025 г.

Е.И. Скафа

1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

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;

дисциплины программы бакалавриата: Математический анализ, Комплексный анализ, Функциональный анализ, Теория меры и интеграла.

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

Научный семинар по вопросам математического анализа, Гармонический анализ, Производственная практика: научно-исследовательская работа (обязательная), Производственная практика: преддипломная практика (обязательная).

2. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Общая характеристика

Наименование показателя	Значение показателя
Название образовательной программы (далее – ОП)	44.03.05 - Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки) (Профиль: Математика и информатика)
Шифр и название в соответствии с учебным планом	Б1.В.ОД.4 Комплексный анализ
Часть образовательной программы	Вариативная часть: выбор вуза
Количество зачетных единиц / всего часов	2 / 72

В случае предъявления от обучающегося или его родителя (законного представителя) заявления на обучение по адаптированной образовательной программе высшего образования, подкрепленного заключением психолого-медико-педагогической комиссии (ПМПК) или медико-социальной экспертизы (МСЭ) с рекомендациями создания индивидуальной программы реабилитации и абилитации (ИПРА), данная рабочая программа может быть адаптирована с учетом индивидуальных особенностей здоровья обучающегося.

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	3	5	13	–	26	33	72	экзамен
Очная, всего			13	–	26	33	72	

3. ЦЕЛИ ДИСЦИПЛИНЫ

Фундаментальная подготовка в области комплексного анализа; овладение методами решения основных типов задач по комплексному анализу; овладение современным математическим аппаратом для дальнейшего использования в приложениях..

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

Компетенции	Индикаторы	Результаты обучения
ПК-4. Способен применять знание основных положений математической науки и информатики, основных положений истории развития математики и информатики, эволюции математических идей в профессиональной деятельности	ПК-4.7. Применяет знания в области комплексного анализа к задачам возникающим в рамках профессиональной деятельности	ПК-4.7.1. Знает определения и утверждения, методы решения задач, приёмы доказательства утверждений, методы комплексного анализа ПК-4.7.2. Умеет выбирать и использовать необходимые математические методы для решения задач различного характера ПК-4.7.3. Аргументированно выбирает метод решения задачи, устанавливает свойства математических объектов, закономерности между ними, доводит решение задачи до приемлемого (числового или символьного) результата, оценивает и анализирует полученный результат, строит математические модели для решения профессиональных задач.

5. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Название темы	Краткое содержание темы (вопросы темы)
1.Комплексные числа. Функции комплексной переменной	1.1. Комплексные числа. 1.2. Последовательности комплексных чисел. 1.3. Функции комплексной переменной 1.4. Числовые ряды и степенные ряды
2.Дифференцирование функций комплексных переменных	2.1 Моногенность и голоморфность. 2.2. Условия Коши-Римана. 2.3. Конформные отображения. 2.4. Дробно- линейная функция. Степенные и показательные функции. 2.5.Многозначные функции.
3.Свойства голоморфных функций	3.1. Комплексное интегрирование. 3.2. Теорема Коши. Интегральная формула Коши. 3.3. Интеграл типа Коши. 3.4. Ряд Тейлора. 3.5.Теоремы единственности. 3.6.Ряд Лорана
4.Теория вычетов	4.1 Изолированные особые точки. 4.2.Вычеты. 4.3. Основные принципы ТФКП.

6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Форма обучения – очная, курс – 3, семестр – 5

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС+К	Всего
1.Комплексные числа. Функции комплексной переменной	4		7	8	19
2.Дифференцирование функций комплексных переменных	3		6	8	17
3.Свойства голоморфных функций	3		7	8	18
4.Теория вычетов	3		6	9	18
ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	13	–	26	33	72
ИТОГО ПО КОМПОНЕНТУ ОПОП	13	–	26	33	72

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

7.1. Контрольные вопросы

- 1.Комплексные числа. Три формы записи, модуль, аргумент, арифметические операции, сопряжение, формула Муавра, извлечение корня.
2. Предел последовательности комплексных чисел.
3. Множества на комплексной плоскости. Терминология, кривая, область, связность области.
4. Функции. Предел и непрерывность.
5. Функциональные ряды.
6. Степенные ряды. Теорема Абеля для степенных рядов. Радиус и круг сходимости.
7. Элементарные функции комплексной переменной.
8. Аналитические функции. Условия Коши-Римана.
9. Гармонические функции. Восстановление аналитической функции.
10. Примеры аналитических функций.
11. Геометрический смысл модуля и аргумента производной.
12. Элементарные конформные отображения.
13. Дробно-линейное отображение. Круговое свойство, ангармоническое отношение, отображение окружности на окружность.
14. Комплексное интегрирование. Свойства интеграла.
15. Теорема Коши.
16. Интегральная формула Коши.
17. Разложение аналитической функции в ряд Тейлора.
18. Теорема Лиувилля.
19. Теорема о единственности аналитической функции.
20. Ряд Лорана. Главная, правильная часть, область сходимости.
21. Разложение аналитической функции в ряд Лорана.
22. Особые точки аналитической функции. Классификация. Связь между нулями и полюсами аналитической функции.
23. Вычеты. Теорема Коши.
24. Вычисление интегралов с помощью вычетов.
25. Основные принципы геометрической теории функций (принцип аргумента, теорема Руше, принцип сохранения области)

7.2. Темы письменных работ (типы задач)

Контрольные работы по практике включают задания указанных типов.

Арифметические преобразования комплексных выражений, построение множеств на комплексной плоскости, решение комплексных уравнений, исследование на моногенность и голоморфность комплексных функций, исследование на сходимость числовых и степенных рядов, исследование на сходимость рядов Лорана, представление функций в виде ряда Лорана, построение образов конформных отображений, построение конформных отображений по их образу и прообразу, комплексное интегрирование, определение характера изолированных особых точек однозначного характера, вычисление вычетов, применение теории вычетов к вычислению действительнозначных функций.

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

7.3. Образец содержания экзаменационного билета

1. Определения и формулировки:

1) комплексные числа, канонические формы комплексного числа; 2) конформное отображение; 3) теорема Коши для многосвязной области

2. Сформулируйте и докажите утверждение:

Условия Коши-Римана в алгебраической форме

3. Практическая часть:

1) Исследуйте на моногенность и голоморфность $w(z) = |z|^2(1+z)$

2) Записать комплексное число в тригонометрической и показательной

формах. а) $\left(\frac{1+i\sqrt{3}}{1-i}\right)^{15}$; б) $(1+i)^i$

3) Найти образ области $D = \{z \mid |z-i| > 2, \operatorname{Im} z < 0\}$ при отображении $w(z) = \frac{1}{z}$

4) Найти вычеты следующей функции во всех особых точках. Дать характеристику особых

точек: $\frac{1}{z^6(z-2)}$

5) Вычислить интеграл по замкнутому контуру ∂D :

$$\oint_{\partial D} z \cos \frac{1}{z+1} dz \quad D: |z| > 4$$

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.). Также в течении семестра студентами выполняются домашние задания в рамках самостоятельной работы студента, а также производится последующая защита при которой используется список вопросов к промежуточной аттестации. В конце семестра данная работа оценивается исходя из максимальных 35 баллов.

По результатам работы в семестре обучающийся, набравший не менее 60 баллов, имеет право получить оценку. Те, кого набранные баллы не устраивают, сдают экзамен. Максимальное количество баллов за экзамен – 100. Оценка за семестр вычисляется как максимальная из полученных за семестр и на экзамене и выставляется согласно принятому порядку.

8.1. Семестр 5

Номера разделов	Виды работ	Максимальное количество баллов
1-4	Организационно-учебная работа в аудитории	5
	Защита индивидуального задания	35
	Контрольная работа (тема 1-2)	30
	Контрольная работа (тема 3-4)	30
ИТОГО		100
Экзамен		100
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. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Учебные занятия проводятся в Главном корпусе ДонГУ (г. Донецк, пр. Гурова, 6). Для проведения 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 Главного корпуса (ауд.405).

Обучающиеся имеют возможность использовать учебные материалы по дисциплине, размещенные на платформе Moodle Центра дистанционного образования ФГБОУ ВО «ДонГУ». При изучении дисциплины могут применяться 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.

10. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

10.1. Основная литература

1. Бицадзе, А. В. Основы теории аналитических функций комплексного переменного : [Учеб. пособие для студентов мех.-мат. и физ. специальностей вузов] / А. В. Бицадзе. - 2-е изд. - М. : Наука, 1972. - 263 с.
2. Лаврентьев М.А., Шабат Б.В. Методы теории функций комплексного переменного.- М.: Наука, 1965.- 716 с.
3. Л.И. Волковыский и др. Сборник задач по теории функции комплексного переменного. – М.: Наука, 1975

10.2. Дополнительная литература

4. Привалов И.И. Введение в теорию функций комплексного переменного.- М.: Наука, 1977.- 444 с..
5. Свешников А.Г., Тихонов А.Н. Теория функций комплексной переменной.- М.: Наука, 1967.- 304 с
6. Шабат Б.В. Введение в комплексный анализ.- М.: Наука, 1969.- 576 с
7. Маркушевич А.И., Маркушевич Л.А. Введение в теорию аналитических функций.- 1977.- 320 с
8. М.А. Евграфов и др. Сборник задач по теории аналитических функций. -- М.: Наука, 1972

11. 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: 31.03.2025). – 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: 31.03.2025). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. –Текст: электронный.
3. Научная электронная библиотека **«КиберЛенинка»:** сайт / Ассоциация «Открытая наука». – Москва, 2014- . – URL: <https://cyberleninka.ru/> (дата обращения: 31.03.2025). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
4. Электронно-библиотечная система **«Лань»:** [сайт]. – URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 31.03.2025). – Режим доступа: издания Сетевой электронной библиотеки, для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.
5. **ЭБС Юрайт:** электронная библиотечная система: сайт. – Москва, 2013. – URL: <https://urait.ru/library/svobodnyy-dostup/> (дата обращения: 31.03.2025). – Режим доступа: издания свободного доступа, для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.
6. **Электронно-библиотечная система ДонГУ:** сайт / ФГБОУ ВО «ДонГУ». – Донецк, 2016- . – URL: <http://library.donnu.ru/> (дата обращения: 31.03.2025). – 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: 31.03.2025). – 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: 31.03.2025). – Режим доступа: свободный.

12. 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).