

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ
Директор по образовательной
деятельности

_____ С.Т. Князев
«__» _____

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
1156327	Комплексный анализ

Екатеринбург

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа 1. Механика и математическое моделирование 2. Прикладная математика	Код ОП 1. 01.03.03/33.01 2. 01.03.04/33.01
Направление подготовки 1. Механика и математическое моделирование; 2. Прикладная математика	Код направления и уровня подготовки 1. 01.03.03; 2. 01.03.04

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Арестов Виталий Владимирович	доктор физико-математических наук, профессор	Профессор	математического анализа
2	Дейкалова Марина Валерьевна	кандидат физико-математических наук, доцент	Доцент	математического анализа

Согласовано:

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Комплексный анализ

1.1. Аннотация содержания модуля

Цель модуля – показать методы и направления современного развития идей математического анализа, сформировать у студентов запас знаний и навыки работы в области теории меры и интеграла Лебега, линейных операторов в бесконечно мерных пространствах, аналитических функций и конформных отображений

1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Комплексный анализ	4
ИТОГО по модулю:		4

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	1. Анализ функций одного и нескольких переменных
Постреквизиты и кореквизиты модуля	1. Специальные главы математики

1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Комплексный анализ	ОПК-2 - Способен проводить под научным руководством исследования на основе современных методов в конкретной области профессиональной деятельности	З-1 - Демонстрировать понимание теоретических основ методов, используемых для проведения научных исследований в профильной области У-1 - Соотносить цель и задачи исследования с набором методов исследования, выбирать необходимое сочетание цели и средств

		П-1 - Иметь опыт выполнения стандартных исследований с использованием серийного научного и технологического оборудования, стандартной методологии и методов исследований
--	--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Комплексный анализ

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Арестов Виталий Владимирович	доктор физико- математических наук, профессор	Профессор	математического анализа
2	Дейкалова Марина Валерьевна	кандидат физико- математических наук, доцент	Доцент	математического анализа

Рекомендовано учебно-методическим советом института Естественных наук и математики

Протокол № 7 от 29.09.2023 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Арестов Виталий Владимирович, Профессор, математического анализа
- Дейкалова Марина Валерьевна, Доцент, математического анализа

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Предмет ТФКП	Предмет ТФКП (теория аналитических функций). Роль ТФКП в математике и ее приложениях.
P2	Множество комплексных чисел	Множество комплексных чисел; комплексная плоскость; модуль и аргумент комплексного числа. Сфера Римана; стереографическая проекция; расширенная комплексная плоскость. Последовательности комплексных чисел. Ряды комплексных чисел; перестановка членов ряда; умножение рядов.
P3	Комплексная функция комплексного переменного. Предел. Непрерывность	Комплексная функция комплексного переменного; ее действительная и мнимая части, модуль и аргумент. Предел функции в точке. Непрерывность.
P4	Дифференцируемость	Дифференцируемость (комплексной функции) по комплексному переменному в точке; условия Коши – Римана; геометрический смысл аргумента и модуля производной. Аналитические (голоморфные) функции; понятие о конформных отображениях.
P5	Элементарные функции	Дробно-линейные отображения; круговое свойство; общий вид дробно-линейного отображения круга на круг и (верхней) полуплоскости на круг. Степенная функция и корень n -й степени. Экспоненциальная функция и логарифм. Функция Жуковского. Тригонометрические и гиперболические функции. Характерные области однолиственности элементарных функций и

		отображения, осуществляемые элементарными функциями. Понятие о многозначных аналитических функциях, их однозначных аналитических ветвях и поверхностях Римана. Многозначная функция логарифм; однозначные аналитические ветви логарифма. Корень n -й степени; однозначные аналитические ветви корня.
P6	Интегрирование	Интеграл от функции комплексного переменного по спрямляемой кривой; связь с криволинейными интегралами (второго рода) от вещественной и мнимой частей интегрируемой функции; существование интеграла от непрерывной (комплексной) функции по спрямляемой кривой; сведение интеграла по гладкой (кусочно гладкой) кривой к интегралу Римана по отрезку. Первообразная; формула Ньютона – Лейбница.
P7	Интегральная теорема Коши	Интегральная теорема Коши для простого и составного контуров. Интегральная формула Коши. Интеграл типа Коши. Бесконечная дифференцируемость аналитической функции. Формула Коши для производных аналитической функции. Теорема Мореры.
P8	Последовательности и ряды аналитических функций. Степенные ряды	Равномерная сходимость внутри области. Теорема Вейерштрасса для последовательностей и рядов аналитических функций. Бесконечные произведения. Степенные ряды: область сходимости (круг и радиус сходимости); формула Коши – Адамара для вычисления радиуса сходимости ряда. Характер сходимости степенного ряда в круге сходимости. Аналитичность суммы степенного ряда; выражение коэффициентов степенного ряда через его сумму; ряды Тейлора. Разложение функции, аналитической в круге, в степенной ряд. Действия со степенными рядами. Теорема Лиувилля для целых функций.
P9	Теорема единственности для аналитических функций	Теорема единственности для аналитических функций. Принцип максимума модуля. Лемма Шварца.
P10	Ряды Лорана	Кольцо сходимости; аналитичность суммы ряда Лорана; выражение коэффициентов ряда Лорана через его сумму. Разложение функции, аналитической в кольце, в ряд Лорана.
P11	Изолированные особые точки аналитической функции	Изолированные особые точки аналитической функции: устранимая особенность, полюс, существенная особенность. Классификация изолированных особых точек по поведению функции и ряду Лорана функции в (выколотой) окрестности точки. Полюс; порядок полюса; связь между нулями и полюсами. Теорема Сохоцкого для существенно особой точки аналитической функции; понятие о теореме Пикара. Бесконечно удаленная точка как изолированная особая точка.
P12	Вычеты	Теорема Коши о вычетах. Вычисление вычета относительно полюса. Применение теории вычетов; лемма Жордана. Логарифмический вычет. Принцип аргумента. Теоремы Руше и Гурвица о нулях аналитических функций.

P13	Геометрические вопросы теории функций	Условие локальной однолиственности функции. Принцип сохранения области при отображении аналитической функцией. Понятие о теореме Римана. Соответствие границ при конформных отображениях.
P14	Гармонические функции	Связь с аналитическими функциями: гармоничность вещественной и мнимой части аналитической функции; восстановление аналитической функции по ее вещественной или мнимой части. Бесконечная дифференцируемость гармонической функции; принцип максимума – минимума; теорема о среднем.
P15	Приложения	Гидромеханическое истолкование гармонических и аналитических функций.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности Технология самостоятельной работы	ОПК-1 - Способен использовать фундаментальные знания, полученные в области математических и естественных наук, в профессиональной деятельности	Д-3 - Демонстрировать осознанный интерес к решению задач профессиональной деятельности по избранной специальности

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Комплексный анализ

Электронные ресурсы (издания)

1. Карасев, И. П.; Теория функций комплексного переменного : учебное пособие.; Физматлит, Москва; 2008; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68139> (Электронное издание)
2. Гончаров, В. Л.; Теория функций комплексного переменного; Государственное учебно-педагогическое издательство, Москва; 1955; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=222522> (Электронное издание)
3. Чуешев, В. В.; Теория функций комплексного переменного : учебное пособие. 1. ; Кемеровский государственный университет, Кемерово; 2018; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=572683> (Электронное издание)

4. Туганбаев, А. А.; *Функции комплексного переменного : учебное пособие.*; ФЛИНТА, Москва; 2017; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=115140> (Электронное издание)
5. Араманович, И. Г.; *Функции комплексного переменного. Операционное исчисление. Теория устойчивости : учебное пособие.*; Наука, Москва; 1968; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=464205> (Электронное издание)
6. Краснов, М. Л.; *Функции комплексного переменного. Операционное исчисление. Теория устойчивости : учебное пособие.*; Наука, Москва; 1971; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=464235> (Электронное издание)
7. Гусак, А. А.; *Теория функций комплексной переменной и операционное исчисление: справочное пособие к решению задач : справочник.*; ТетраСистемс, Минск; 2002; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=572291> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Грищенко, А. Е., Нагнибида, Н. И., Настасиев, П. П.; *Теория функций комплексного переменного: Решение задач : Учеб. пособие для студентов математ. специальностям вузов.*; Вища школа, Киев; 1986 (11 экз.)
2. Пантелеев, А. В., Якимова, А. С.; *Теория функций комплексного переменного и операционное исчисление в примерах и задачах : Учеб. пособие для студентов втузов.*; Высшая школа, Москва; 2001 (6 экз.)
3. Шабунин, М. И.; *Теория функций комплексного переменного : Учеб. пособие для вузов.*; ЮНИМЕДИАСТАЙЛ, Москва; 2002 (43 экз.)
4. Бугров, Я. С.; *Дифференциальные уравнения. Кратные интегралы. Ряды. Функции комплексного переменного : учеб. для инженерно-техн. специальностей вузов.*; Наука, Москва; 1989 (286 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Не используются

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Зональная научная библиотека УрФУ - <http://lib.urfu.ru>

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Комплексный анализ

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения

1	Лекции	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Google Chrome</p>
2	Практические занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p>	<p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p>
3	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p>	Не требуется
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p>	Не требуется
5	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p>	Не требуется