

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

Институт прикладной математики и компьютерных наук

Кафедра прикладной математики и информатики

Утверждено на заседании кафедры
прикладной математики и информатики
24.01.2023, протокол № 5

И.о. заведующего кафедрой



Н.В. Ларин

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
«Комплексный анализ»

**основной профессиональной образовательной программы
высшего образования – программы бакалавриата**

по направлению подготовки
01.03.02 Прикладная математика и информатика

с направленностью (профилем)
Искусственный интеллект и анализ данных

Форма обучения: очная

Идентификационный номер образовательной программы: 010302-02-23

Тула 2023 год

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ
рабочей программы дисциплины (модуля)

Разработчик:

Баранов В.П., профессор кафедры ПМИИ, д.т.н., доцент



1 Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины (модуля) «Комплексный анализ» является обеспечение качественной подготовки бакалавров по направлению «Прикладная математика и информатика» на основе формирования математической культуры студента, фундаментальной подготовки по основным разделам комплексного анализа, овладения современным математическим аппаратом для дальнейшего использования при решении теоретических и прикладных задач.

Задачами освоения дисциплины (модуля) являются:

- изучение базовых понятий и формирование математической культуры в области комплексного анализа;
- освоение методов комплексного анализа для решения теоретических и прикладных задач;
- приобретение навыков работы с учебной и научной литературой по комплексному анализу.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина (модуль) относится к обязательной части основной профессиональной образовательной программы.

Дисциплина (модуль) изучается в пятом семестре.

3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:

Знать:

- 1) базовые знания, полученные в области математических и естественных наук (код компетенции – ОПК-1, код индикатора – ОПК-1.1);
- 2) математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности (код компетенции – ОПК-3, код индикатора – ОПК-3.1).

Уметь:

- 1) использовать в профессиональной деятельности фундаментальные знания, полученные в области математических и естественных наук (код компетенции – ОПК-1, код индикатора – ОПК-1.2);
- 2) применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности (код компетенции – ОПК-3, код индикатора – ОПК-3.2).

Владеть:

- 1) навыками решения задач профессиональной деятельности на основе полученных теоретических знаний (код компетенции – ОПК-1, код индикатора – ОПК-1.3);
- 2) методиками выбора и использования математических моделей для решения задач профессиональной деятельности (код компетенции – ОПК-3, код индикатора – ОПК-3.3).

Полные наименования компетенций и индикаторов их достижения представлены в общей характеристике основной профессиональной образовательной программы.

4 Объем и содержание дисциплины (модуля)

4.1 Объем дисциплины (модуля), объем контактной и самостоятельной работы обучающегося при освоении дисциплины (модуля), формы промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

Номер семестра	Формы промежуточной аттестации	Общий объем в зачетных единицах	Общий объем в академических часах	Объем контактной работы в академических часах						Объем самостоятельной работы в академических часах
				Лекционные занятия	Практические (семинарские) занятия	Лабораторные работы	Клинические практические занятия	Консультации	Промежуточная аттестация	
Очная форма обучения										
5	ДЗ	3	108	16	32	–	–	1	0,5	58,5
Итого	–	3	108	16	32	–	–	1	0,5	58,5

Условные сокращения: Э – экзамен, ЗЧ – зачет, ДЗ – дифференцированный зачет (зачет с оценкой), КП – защита курсового проекта, КР – защита курсовой работы.

4.2 Содержание лекционных занятий

Очная форма обучения

№ п/п	Темы лекционных занятий
<i>5 семестр</i>	
1	Комплексные числа и действия над ними. Поле комплексных чисел. Замкнутая комплексная плоскость. Стереографическая проекция. Сфера Римана. Метрическое пространство комплексных чисел. Топология комплексной плоскости. Понятие области. Линия Жордана. Односвязные и многосвязные области.
2	Понятие функции комплексного переменного. Предел и непрерывность функции. Дифференциал и производная. Условия комплексной дифференцируемости Коши-Римана. Аналитичность (голоморфность) функции в точке и области. Геометрический смысл аргумента и модуля производной функции комплексного переменного. Понятие конформного отображения.
3	Элементарные функции комплексного переменного и их отображения. Дробно-линейные функции и их отображения. Функции $w = z^n$ и $w = \sqrt[n]{z}$. Функция Жуковского. Показательная и логарифмическая функции. Тригонометрические и гиперболические функции.
4	Определение и свойства интеграла от функции комплексного переменного. Теорема Коши для односвязной и многосвязной областей. Неопределенный интеграл. Первообразная. Формула Ньютона - Лейбница. Интегральная формула Коши. Теорема о среднем. Принцип максимума модуля аналитической функции. Производные высших порядков аналитических функций. Теоремы Морера и Лиувилля.
5	Числовые ряды с комплексными членами. Степенные ряды. Ряд Тейлора. Ряд Лорана. Неравенства Коши. Формула Коши-Адамара. Круг и радиус сходимости степенного ряда. Теорема об аналитичности суммы степенного ряда и ее следствия.

№ п/п	Темы лекционных занятий
6	Единственность определения аналитической функции. Нули аналитической функции. Порядок нуля. Теорема единственности. Теорема Вейерштрасса.
7	Ряд Лорана и изолированные особые точки аналитических функций. Теорема Сохоцкого. Поведение аналитической функции в окрестности бесконечно удаленной точки. Целые и мероморфные функции. Разложение в бесконечное произведение. Разложение мероморфных функций на простейшие дроби.
8	Определение и формулы вычисления вычета аналитической функции в изолированной особой точке. Основная теорема теории вычетов. Вычисление определенных интегралов с помощью вычетов. Лемма Жордана. Логарифмический вычет. Подсчет числа нулей аналитической функции. Принцип аргумента. Теорема Руше. Основная теорема высшей алгебры.
9	Преобразование Лапласа и его основные свойства. Изображение элементарных функций. Свойства изображения: линейность, теорема подобия, теорема запаздывания, изображение производной, изображение интеграла, изображение свертки, дифференцирование изображения, теорема смещения. Таблица изображений.
10	Обращение преобразования Лапласа. Формула Меллина. Условия существования оригинала. Первая теорема разложения. Вторая теорема разложения (случай регулярной на бесконечности функции). Определение оригинала для дробно-рациональной функции. Теорема Эфроса. Интеграл Дюамеля.
11	Решение задачи Коши для обыкновенных линейных дифференциальных уравнений и их систем операционным методом. Решение дифференциальных уравнений с помощью интеграла Дюамеля.

4.3 Содержание практических (семинарских) занятий

Очная форма обучения

№ п/п	Темы практических (семинарских) занятий
<i>5 семестр</i>	
1	Комплексные числа и действия над ними.
2	Основные элементарные функции комплексного переменного. Предел и непрерывность функции комплексного переменного.
3	Дифференцирование функций комплексного переменного. Условия Коши-Римана. Геометрический смысл модуля и аргумента производной.
4	Интегрирование функций комплексного переменного.
5	Интегральная формула Коши.
6	Ряды в комплексной области. Степенные ряды. Ряды Тейлора и Лорана.
7	Нули функции. Изолированные особые точки.
8	Вычеты функций.
9	Теорема Коши о вычетах. Вычет функции относительно бесконечно удаленной точки. Приложение вычетов к вычислению определенных интегралов.
10	Логарифмический вычет. Принцип аргумента. Теорема Руше.
11	Конформные отображения.
12	Операционное исчисление. Нахождение изображений и оригиналов.
13	Решение задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами и их систем операционным методом. Решение дифференциальных уравнений с помощью интеграла Дюамеля.

4.4 Содержание лабораторных работ

Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой.

4.5 Содержание клинических практических занятий

Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой.

4.6 Содержание самостоятельной работы обучающегося

Очная форма обучения

№ п/п	Виды и формы самостоятельной работы
5 семестр	
1	Подготовка к практическим занятиям.
2	Подготовка к промежуточной аттестации и ее прохождение.
3	Выполнение курсовой работы..
4	Подготовка к дифференцированному зачету.

5 Система формирования оценки результатов обучения по дисциплине (модулю) в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося

Очная форма обучения

Мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося			Максимальное количество баллов
5 семестр			
Текущий контроль успеваемости	Первый рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных занятий	5
		Работа на практических занятиях	5
		Выполнение домашних заданий	5
		Выполнение контрольной работы № 1	15
		Итого	30
	Второй рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных занятий	5
		Работа на практических занятиях	5
		Выполнение домашних заданий	5
		Выполнение контрольной работы № 2	15
		Итого	30
Промежуточная аттестация	Дифференцированный зачет		40 (100*)

* В случае отказа обучающегося от результатов текущего контроля успеваемости

Шкала соответствия оценок в стобалльной и академической системах оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

Система оценивания результатов обучения	Оценки			
	0 – 39	40 – 60	61 – 80	81 – 100
Академическая система оценивания (экзамен, дифференцированный зачет, защита курсового проекта, защита курсовой работы)	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Академическая система оценивания (зачет)	Не зачтено	Зачтено		

6 Описание материально-технической базы (включая оборудование и технические средства обучения), необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) требуется учебная аудитория, оборудованная доской для написания мелом.

7 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

7.1 Основная литература

1. Свешников А.Г., Тихонов А.Н. Теория функций комплексного переменного: учебник. – М.: Физматлит, 2010. – 332 с.
2. Шабунин М.И., Сидоров Ю.В. Теория функций комплексного переменного: учебник. – М.: Бином, 2013. – 248 с.
3. Баранов В.П. Комплексный анализ: учеб. пособие – Тула: Изд-во ТулГУ, 2017. – 128 с.

7.2 Дополнительная литература

1. Копаев А.В., Леванков В.И., Мاستихин А.В. Теория функций комплексного переменного. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. – 38 с.
2. Шабунин М.И., Половинкин Е.С., Карлов М.И. Сборник задач по теории функций комплексного переменного: учебное пособие. – М.: Бином, 2012. – 362 с.
3. Половинкин Е.С. Лекции по теории функций комплексного переменного. – М.: Физматлит, 2003. – 208 с.
4. Лаврентьев Е.А., Шабат Б.В. Методы теории функций комплексного переменного. – СПб.: Лань, 2002. – 688 с.
5. Чудесенко В.Ф. Сборник заданий по специальным курсам высшей математики (типовые расчеты): учебное пособие. – СПб.: Лань, 2010. – 192 с.
6. Краснов М.Л., Киселев А.И., Макаренко Г.И. Функции комплексного переменного. Операционное исчисление. Теория устойчивости. – М.: Наука, 1981. – 304 с.
7. Теория функций комплексного переменного: учебно-методическое пособие / Под. Ред. Г.С. Садыкова. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. – 80 с.
8. Волковыский Л.И., Лунц Г.Л., Араманович И.Г. Сборник задач по теории функций комплексного переменного. – М.: Физматлит, 2006. – 312 с.

9. Алгазин О.Д., Бунина Т.А., Дубровин В.М. Операционное исчисление: учебно-методическое пособие. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. – 49 с.
10. Карасев И.П. Теория функций комплексного переменного: учебное пособие. – М.: Физматлит, 2008. – 216 с.
11. Малышева Н.Б., Розендорн Э.Р. Функции комплексного переменного: учебник. – М.: Физматлит, 2010. – 168 с.
12. Натанзон С.М. Курс комплексного анализа: учебное пособие. – М.: МЦНМО, 2012. – 48 с.
13. Посицельская Л.Н. Теория функций комплексной переменной в задачах и упражнениях: учебное пособие. – М.: Физматлит, 2007. – 136 с.
14. Шабат Б.В. Введение в комплексный анализ. Ч. 1. – М.: Наука, 2004. – 336 с.

8 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. Свешников А.Г. Теория функций комплексной переменной [Электронный ресурс]: учебник / А.Г. Свешников, А.Н. Тихонов. — М.: Физматлит, 2010. — 332 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=48167.
2. Шабунин М.И. Сборник задач по теории функций комплексного переменного [Электронный ресурс]: учебное пособие / М.И. Шабунин, Е.С. Половинкин, М.И. Карлов. — М.: Бином. Лаборатория знаний, 2012. — 363 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4400.
3. Пантелеев А.В. Теория функций комплексного переменного и операционное исчисление в примерах и задачах [Электронный ресурс]: Учебное пособие / А.В. Пантелеев, А.С. Якимова. — СПб: Изд-во «Лань», 2022. — 448 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/212138#49>.

9.1 Перечень необходимого ежегодно обновляемого лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

Программное обеспечение не требуется.

9.2 Перечень необходимых современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы не требуются.