

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ**  
**УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»**  
**(РУТ (МИИТ))**



Рабочая программа дисциплины (модуля),  
как компонент образовательной программы  
высшего образования - программы бакалавриата  
по направлению подготовки  
01.03.02 Прикладная математика и информатика,  
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)  
Тимониным В.С.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Комплексный анализ**

Направление подготовки: 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль): Математическое моделирование и системный анализ

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины (модуля) в виде  
электронного документа выгружена из единой  
корпоративной информационной системы управления  
университетом и соответствует оригиналу

Простая электронная подпись, выданная РУТ (МИИТ)  
ID подписи: 5665  
Подписал: заведующий кафедрой Нутович Вероника  
Евгеньевна  
Дата: 01.09.2024

## 1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целями освоения дисциплины (модуля) являются:

- формирование основ математической подготовки студентов;
- формирование компетенций для научно-исследовательской деятельности;
- изучение необходимых связей этой науки с математическим анализом и линейной алгеброй, механикой, физикой и др. разделами математики;
- подготовка к изучению специальных курсов, использующих методы комплексного анализа.

Задачами дисциплины (модуля) являются:

- формирование личности студента, развитие его интеллекта и умения логически и алгоритмически мыслить, формирование умений и навыков, необходимых при практическом применении теории комплексного анализа;
- формирование навыков решения задач по нижеследующим темам: арифметика комплексных чисел, основы теории аналитических функций (интеграл Коши, ряды Тейлора и Лорана, особые точки, вычеты и их применение, основы операционного исчисления и его приложения), исследование функций комплексного переменного на аналитичность, нахождение особых точек и теория вычетов, разложения в ряды Тейлора и Лорана, преобразование Лапласа, решение задач комплексного анализа и ряда задач геометрии и физики.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

Перечень формируемых результатов освоения образовательной программы (компетенций) в результате обучения по дисциплине (модулю):

**ОПК-1** - Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности;

**УК-1** - Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.

Обучение по дисциплине (модулю) предполагает, что по его результатам обучающийся будет:

### **Знать:**

- основные методы вычисления пределов, производных, интегралов в комплексной плоскости

### **Уметь:**

- находить предел последовательности и функции в комплексной плоскости;

- вычислять производные и интегралы в комплексной плоскости.

**Владеть:**

- методами вычисления интегралов в комплексной плоскости;

- навыками поиска, синтеза и анализа информации с использованием методов решения задач теории комплексного переменного.

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 3 з.е. (108 академических часа(ов)).

3.2. Объем дисциплины (модуля) в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении учебных занятий:

Тип учебных занятий	Количество часов	
	Всего	Семестр 1
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	64	64
В том числе:		
Занятия лекционного типа	32	32
Занятия семинарского типа	32	32

3.3. Объем дисциплины (модуля) в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации составляет 44 академических часа (ов).

3.4. При обучении по индивидуальному учебному плану, в том числе при ускоренном обучении, объем дисциплины (модуля) может быть реализован полностью в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации.

4. Содержание дисциплины (модуля).

#### 4.1. Занятия лекционного типа.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
1	<p><b>Арифметика комплексных чисел</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- алгебраическая форма комплексного числа;</li> <li>- основные операции в алгебраической форме (сложение, умножение, деление);</li> <li>- тригонометрическая и показательная форма комплексного числа;</li> <li>- умножение и деление в тригонометрической и показательной формах, формула Муавра возведения в степень;</li> <li>- извлечение корня из комплексного числа.</li> </ul>
2	<p><b>Кривые и области на комплексной плоскости</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- окрестность точки на комплексной плоскости;</li> <li>- открытые и замкнутые множества;</li> <li>- прямые и кривые второго порядка на комплексной плоскости.</li> </ul>
3	<p><b>Основные функции комплексного переменного</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- показательная функция и ее свойства;</li> <li>- тригонометрические и гиперболические функции, их свойства;</li> <li>- формулы связи между тригонометрическими и гиперболическими функциями;</li> <li>- логарифмическая функция и её свойства.</li> </ul>
4	<p><b>Предел последовательности комплексной переменной</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- определение и свойства предела последовательности;</li> <li>- связь между пределом последовательности комплексной переменной и пределом последовательности вещественной переменной;</li> <li>- достаточное условие сходимости последовательности комплексных чисел;</li> <li>- бесконечно удалённая точка на комплексной плоскости</li> </ul>
5	<p><b>Предел функции комплексной переменной</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- определение и свойства предела функции;</li> <li>- связь между пределом функции комплексной переменной и пределом функции вещественной переменной;</li> <li>- непрерывные функции в комплексной плоскости;</li> <li>- свойства непрерывных функций.</li> </ul>
6	<p><b>Дифференцирование функций комплексного переменного</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- определение дифференцируемой функции;</li> <li>- условия Коши-Римана;</li> <li>- аналитические функции;</li> <li>- восстановление аналитической функции по её действительной или мнимой части.</li> </ul>
7	<p><b>Дробно-линейные отображения</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- взаимно-однозначность дробно-линейных отображений;</li> <li>- аналитичность дробно-линейных отображений;</li> <li>- групповое свойство дробно-линейных отображений;</li> <li>- геометрические свойства дробно-линейных отображений.</li> </ul>
8	<p><b>Интегрирование функций комплексного переменного</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- криволинейный интеграл в комплексной плоскости;</li> <li>- основные свойства криволинейного интеграла;</li> <li>- оценка интеграла по кривой.</li> </ul>
9	<p><b>Интегралы по кривой от аналитических функций</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- определение первообразной функции в области;</li> <li>- интегральная теорема Коши;</li> <li>- формула Ньютона-Лейбница, замены переменной и интегрирования по частям в криволинейных интегралах от аналитических функций;</li> <li>- интегральная формула Коши.</li> </ul>
10	<p><b>Ряды в комплексной области</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- определение сходимости ряда;</li> <li>- абсолютная сходимость рядов;</li> <li>- степенные ряды и их радиус сходимости (формула Коши-Адамара).</li> </ul>
11	<p><b>Ряды Тейлора</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- теорема Тейлора;</li> <li>- теорема об оценке коэффициентов ряда Тейлора (неравенства Коши);</li> <li>- теорема Лиувилля;</li> <li>- табличные ряды Тейлора.</li> </ul>
12	<p><b>Ряды Лорана</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- теорема Лорана;</li> <li>- теорема об оценке коэффициентов ряда Лорана (неравенства Коши);</li> <li>- связь между рядами Лорана и рядами Фурье.</li> </ul>
13	<p><b>Нули функции. Изолированные особые точки</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- определение нуля функции, эквивалентность двух определений;</li> <li>- теоремы о порядке нулей функции;</li> <li>- устранимая особая точка, полюс и существенная особенность;</li> <li>- ряды Лорана в окрестности особой точки и их классификация.</li> </ul>
14	<p><b>Вычеты функции</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- определение вычета;</li> <li>- вычет в устранимой особой точке;</li> <li>- вычет в полюсе;</li> <li>- вычет в существенно особой точке.</li> </ul>
15	<p><b>Теорема Коши о вычетах</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- вычисление интегралов при помощи теоремы Коши о вычетах;</li> <li>- вычет в бесконечно-удаленной точке.</li> </ul>
16	<p><b>Вычисление определённых интегралов</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- интегралы от рациональных функций;</li> <li>- лемма Жордана;</li> <li>- вычисление интегралов от тригонометрических функций.</li> </ul>

#### 4.2. Занятия семинарского типа.

## Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	<b>Арифметика комплексных чисел</b> В результате выполнения практического задания студент получает навыки совершения операций в комплексной плоскости, вычисления степени и корня из комплексного числа.
2	<b>Кривые и области в комплексной плоскости</b> В результате выполнения практического задания студент получает навыки построения кривых и областей в комплексной плоскости.
3	<b>Основные функции комплексного переменного</b> В результате выполнения практического задания студент получает навыки вычисления экспоненциальной, тригонометрических и гиперболических функций комплексного переменного, комплексного логарифма.
4	<b>Предел последовательности комплексного переменного</b> В результате выполнения практического задания студент получает навыки вычисления предела последовательности комплексного переменного в алгебраической и показательной формах, доказательства того, что предела последовательности не существует.
5	<b>Предел функции комплексного переменного</b> В результате выполнения практического задания студент получает навыки вычисления предела функции комплексного переменного, исследования функции комплексного переменного на непрерывность.
6	<b>Дифференцирование функции комплексного переменного</b> В результате выполнения практического задания студент получает навыки исследования функции на аналитичность, восстановления аналитической функции по её действительной или мнимой части.
7	<b>Дробно-линейные отображения</b> В результате выполнения практического задания студент получает навыки построения дробно-линейных отображений, которые переводят заданную область (кривую) в другую заданную.
8	<b>Интегрирование функций комплексного переменного</b> В результате выполнения практического задания студент получает навыки вычисления криволинейного интеграла в комплексной плоскости.
9	<b>Интегрирование по кривой от аналитической функции</b> В результате выполнения практического задания студент получает навыки вычисления криволинейного интеграла от аналитической функции в комплексной плоскости.
10	<b>Ряды в комплексной плоскости</b> В результате выполнения практического задания студент получает навыки исследования рядов на сходимость, степенных рядов.
11	<b>Ряды Тейлора</b> В результате выполнения практического задания студент получает навыки разложения функций в ряды Тейлора, исследует область сходимости этих рядов.
12	<b>Ряды Лорана</b> В результате выполнения практического задания студент получает навыки разложения функций в ряды Лорана в разных областях, исследует область сходимости этих рядов.
13	<b>Нули функции. Изолированные особые точки</b> В результате выполнения практического задания студент получает навыки исследования порядка нулей функции, классификации изолированных особых точек.
14	<b>Вычеты функции</b> В результате выполнения практического задания студент получает навыки нахождения вычетов в изолированных особых точках.
15	<b>Теорема Коши о вычетах</b> В результате выполнения практического задания студент получает навыки применения теоремы Коши

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	для вычисления интегралов, вычисления вычета в бесконечно удалённой точке.
16	Вычисление определенных интегралов В результате выполнения практического задания студент получает навыки вычисления определённых интегралов разных типов.

#### 4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Изучение учебной литературы из приведенных источников
2	Подготовка к практическим занятиям.
3	Подготовка к промежуточной аттестации.
4	Подготовка к текущему контролю.

#### 5. Перечень изданий, которые рекомендуется использовать при освоении дисциплины (модуля).

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Комплексный анализ в примерах и упражнениях. Исаченко Н.А. Учебное пособие Омск : ОмГУ , 2019. - 120 с. – ISBN 978-5-7779-2370-7	<a href="https://e.lanbook.com/book/119809">https://e.lanbook.com/book/119809</a>
2	Пантелеев, А. В. Теория функций комплексного переменного и операционное исчисление в примерах и задачах : учебное пособие / А. В. Пантелеев, А. С. Якимова. — 3-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 448 с. — ISBN 978-5-8114-1921-0	<a href="https://e.lanbook.com/book/212138">https://e.lanbook.com/book/212138</a> (дата обращения: 07.04.2024).

#### 6. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, которые могут использоваться при освоении дисциплины (модуля).

- Научно-техническая библиотека РУТ (МИИТ) (<http://library.miit.ru>);
- Информационный портал Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU ([www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru));
- Образовательная платформа «Юрайт» (<https://urait.ru/>);
- Электронно-библиотечная система издательства «Лань» (<http://e.lanbook.com/>);
- Электронно-библиотечная система [ibooks.ru](http://ibooks.ru) (<http://ibooks.ru/>).
- Интернет-университет информационных технологий (<http://www.intuit.ru/>).

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины (модуля).

Программное обеспечение не требуется.

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные компьютерной техникой и наборами демонстрационного оборудования.

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 5 семестре.

10. Оценочные материалы.

Оценочные материалы, применяемые при проведении промежуточной аттестации, разрабатываются в соответствии с локальным нормативным актом РУТ (МИИТ).



Авторы:

профессор, профессор, д.н. кафедры  
«Цифровые технологии управления  
транспортными процессами»

А.М. Филимонов

Согласовано:

Заведующий кафедрой ЦТУТП

В.Е. Нутович

Председатель учебно-методической  
комиссии

Н.А. Андриянова