

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Кафедра математики и физики**

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ Е.И.Луковникова

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ**

**Б1.Б.08**

**НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ**

**01.03.02 Прикладная математика и информатика**

**ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ**

**Инженерия программного обеспечения**

Программа академического бакалавриата

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

<b>1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....</b>	<b>3</b>
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....</b>	<b>4</b>
<b>3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ</b>	<b>4</b>
3.1 Распределение объёма дисциплины по формам обучения.....	4
3.2 Распределение объёма дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости .....	4
<b>4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>5</b>
4.1 Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий .....	5
4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам	6
4.3 Лабораторные работы.....	7
4.4 Практические занятия.....	7
4.5 Контрольные мероприятия: контрольная работа.....	8
<b>5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>9</b>
<b>6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b>	<b>10</b>
<b>7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>10</b>
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО – ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>11</b>
<b>9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>11</b>
9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению практических занятий.....	11
9.2. Методические указания по выполнению контрольной работы.....	25
<b>10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>25</b>
<b>11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>25</b>
<b>Приложение 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....</b>	<b>26</b>
<b>Приложение 2. Аннотация рабочей программы дисциплины .....</b>	<b>30</b>
<b>Приложение 3. Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе .....</b>	<b>31</b>
<b>Приложение 4. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости по дисциплине.....</b>	<b>32</b>

# 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

## Вид деятельности выпускника

Дисциплина охватывает круг вопросов, относящихся к проектному и производственно-технологическому, организационно-управленческому, научно-исследовательскому видам профессиональной деятельности выпускника в соответствии с компетенциями и видами деятельности, указанными в учебном плане.

## Цель дисциплины

Целью изучения дисциплины является знакомство обучающихся с местом и ролью математики в современном мире, мировой культуре и истории; формирование личности обучающихся, развитие их интеллекта и способностей к логическому и алгоритмическому мышлению.

Обучение основным математическим методам, необходимым для анализа и моделирования устройств, процессов и явлений при поиске оптимальных решений для осуществления научно-технического прогресса и выбора наилучших способов реализации этих решений, а также обучение методам обработки и анализа результатов экспериментальных данных.

## Задачи дисциплины

Задачи дисциплины состоят в том, чтобы на примерах математических понятий и методов продемонстрировать обучающимся действие законов материального мира, сущность научного подхода, специфику математики и ее роль в научно-техническом прогрессе, а также создать фундамент математического образования, необходимый для развития профессиональных компетенций и для изучения последующих дисциплин.

Код компетенции	Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
1	2	3
ОПК-1	способностью использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой	<p><b>Знать</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- виды и специфику источников достоверной математической информации, (учебники, учебные пособия, конспекты лекций, интернет, научные статьи).</li> </ul> <p><b>Уметь</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- на основе найденной информации выбирать оптимальный способ решения математической проблемы или задачи; анализировать полученные результаты и делать на их основе выводы.</li> </ul> <p><b>Владеть</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- техниками выполнения расчетов и вычислений, навыками математической обработки результатов измерений и вычислений, представления результатов в требуемом виде.</li> </ul>
ОПК-2	способностью приобретать новые научные и профессиональные знания, используя современные образовательные и информационные технологии	<p><b>Знать</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- способы поиска, интерпретации, представления в требуемом виде научной математической информации, использовать при этом современные образовательные и информационные технологии.</li> </ul> <p><b>Уметь</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- осуществлять целенаправленный поиск математической информации; использовать различные источники информации в своей работе; проводить аналитические обзоры информации: структурировать, минимизировать, выделять главное, устанавливать связи между элементами.</li> </ul> <p><b>Владеть</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- приемами визуализации информации: представление в виде графиков, схем, таблиц.</li> </ul>
ПК-2	способностью понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат	<p><b>Знать</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные математические понятия и методы исследования, особенности их применимости в разных научных областях, специфику математических символов.</li> </ul> <p><b>Уметь</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- грамотно применять основные математические символы, понятия и методы исследования.</li> </ul> <p><b>Владеть</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>навыками решения задач из разных областей математики.</li> <li>- навыками использования измерительных и вычислительных устройств, информационных технологий для выполнения расчетов, вычислений, составления и оформления результатов решения задач.</li> </ul>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1.Б.08 Комплексный анализ относится к базовой части.

Дисциплина Комплексный анализ базируется на знаниях, полученных при изучении таких учебных дисциплин, как: Алгебра и геометрия, Математический анализ.

Основываясь на изучении перечисленных дисциплин, Комплексный анализ представляет основу для изучения дисциплин: Дифференциальные уравнения, Теория вероятностей и математическая статистика, Численные методы, Теория игр и исследование операций.

Такое системное междисциплинарное изучение направлено на достижение требуемого ФГОС уровня подготовки по квалификации бакалавр.

## 3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ

### 3.1. Распределение объема дисциплины по формам обучения

Форма обучения	Курс	Семестр	Трудоемкость дисциплины в часах						Контрольная работа	Вид промежуточной аттестации
			Всего часов (с экз.)	Аудиторных часов	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Очная	2	3	144	68	34	-	34	31	кр	экзамен
Заочная	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Заочная (ускоренное обучение)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Очно-заочная	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

### 3.2. Распределение объема дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости

Вид учебных занятий	Трудоемкость (час.)	в т.ч. в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)	Распределение по семестрам, час
			3
1	2	3	4
<b>I. Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего)</b>	68	34	68
Лекции (Лк)	34	20	34
Практические занятия (ПЗ)	34	14	34
Контрольная работа	+	-	+
Групповые (индивидуальные) консультации	+	-	+
<b>II. Самостоятельная работа обучающихся (СР)</b>	31	-	31
Подготовка к практическим занятиям	11	-	11
Подготовка к экзамену в течение семестра	10	-	10
Выполнение контрольной работы	10	-	10
<b>III. Промежуточная аттестация</b> экзамен	45	-	45
Общая трудоемкость дисциплины час.	144	-	144
зач. ед.	4	-	4

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий

- для очной формы обучения:

№ раздела и темы	Наименование раздела и тема дисциплины	Трудоемкость, (час.)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость; (час.)		
			учебные занятия		самостоятельная работа обучающихся*
			лекции	практические занятия	
1	2	3	4	5	6
<b>1.</b>	<b>Комплексные числа и множества на комплексной плоскости.</b>	<b>20</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>8</b>
1.1.	Понятие о комплексных числах. Формы записи комплексного числа. Изображение комплексных чисел. Модуль и аргумент.	10	3	3	4
1.2.	Действия с комплексными числами. Извлечение корня из комплексного числа. Множества на комплексной плоскости.	10	3	3	4
<b>2.</b>	<b>Функции комплексного переменного</b>	<b>24</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>
2.1.	Действительная и мнимая части функции комплексного переменного.	6	2	2	2
2.2.	Определения основных функций комплексного переменного.	6	2	2	2
2.3.	Условия Коши-Римана. Аналитические функции. Восстановление аналитической функции по ее мнимой или действительной части. Гармонические функции.	6	2	2	2
2.4.	Геометрический смысл модуля и аргумента производной аналитической функции. Конформные отображения.	6	2	2	2
<b>3.</b>	<b>Интеграл от функции комплексной переменной</b>	<b>20</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>8</b>
3.1	Определение интеграла от комплексной переменной. Независимость интеграла от аналитической функции от пути интегрирования.	10	3	3	4
3.2	Теорема Коши. Интегральная формула Коши. Интегральная формула Коши для многосвязной области.	10	3	3	4
<b>4.</b>	<b>Ряды Тейлора. Ряды Лорана</b>	<b>19</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>3</b>
4.1.	Ряд Тейлора. Основные разложения в степенной ряд.	10	4	4	1
4.2.	Ряд Лорана. Классификация особых точек функции по виду ряда Лорана.	9	4	4	2
<b>5.</b>	<b>Вычеты. Основная теорема о вычетах</b>	<b>16</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>4</b>
5.1	Вычет функции. Нахождение вычета в полюсе функции и в существенно особой точке. Основная теорема о вычетах. Вторая теорема о вычетах.	10	3	3	2
5.2.	Вычисление определенных интегралов с помощью теоремы о вычетах. Вычисление определенных интегралов с помощью комплексной замены.	6	3	3	2
<b>ИТОГО</b>		<b>99</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>31</b>

## 4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам

<i>№ раздела и темы</i>	<i>Наименование раздела и темы дисциплины</i>	<i>Содержание лекционных занятий</i>	<i>Вид занятия в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)</i>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>1.</b>	<b>Комплексные числа и множества на комплексной плоскости.</b>		
1.1.	Понятие о комплексных числах. Формы записи комплексного числа. Изображение комплексных чисел. Модуль и аргумент.	Понятие о комплексных числах. Мнимая единица. Формы записи комплексного числа: алгебраическая, тригонометрическая, показательная. Изображение комплексных чисел. Модуль и аргумент. Сопряженные комплексные числа. Формула Эйлера.	Лекция-беседа (2 часа)
1.2.	Действия с комплексными числами. Извлечение корня из комплексного числа. Множества на комплексной плоскости.	Сложение, умножение, деление комплексных чисел. Формула Муавра-Лапласа. Возведение в степень. Формула извлечения корня из комплексного числа. Построение линий и областей на комплексной плоскости, заданных уравнениями и неравенствами.	-
<b>2.</b>	<b>Функции комплексного переменного</b>		
2.1.	Действительная и мнимая части функции комплексного переменного.	Функции комплексного переменного. Действительная и мнимая части функции комплексного переменного. Нахождение образа линий при заданном отображении.	Лекция- беседа (2 часа)
2.2.	Определения основных функций комплексного переменного.	Определения основных функций комплексного переменного: показательная, логарифмическая, тригонометрические, обратные тригонометрические, гиперболические. Нахождение значений функций комплексного переменного.	Лекция- беседа (2 часа)
2.3.	Условия Коши-Римана. Аналитические функции. Восстановление аналитической функции по ее мнимой или действительной части. Гармонические функции.	Условия Коши-Римана. Частные производные вещественной и мнимой части функций комплексного переменного. Аналитические функции. Нахождение производной аналитической функции Восстановление аналитической функции по ее мнимой или действительной части. Гармонические функции.	Лекция- беседа (2 часа)
2.4.	Геометрический смысл модуля и аргумента производной аналитической функции. Конформные отображения.	Коэффициент преобразования подобия бесконечно малого линейного элемента в точке. Коэффициент растяжения и угол поворота при отображении. Геометрический смысл модуля и аргумента производной аналитической функции. Свойство сохранения углов и постоянство растяжений. Конформные отображения.	Лекция- беседа (2 часа)
<b>3.</b>	<b>Интеграл от функции комплексной переменной</b>		
3.1	Определение интеграла от комплексной переменной. Независимость интеграла от аналитической функции от пути интегрирования.	Односвязные и многосвязные области на комплексной плоскости. Интеграл по кривой и его вычисление. Определение интеграла от комплексной переменной. Независимость интеграла от аналитической функции от пути интегрирования. Формула Ньютона-Лейбница.	-
3.2	Теорема Коши. Интегральная формула Коши. Интегральная формула Коши для многосвязной области.	Теорема Коши для односвязной области. Интегральная формула Коши. Интегральная формула Коши для многосвязной области. Вычисление интегралов по различным контурам непосредственно и по формуле Коши.	Лекция-беседа (2 часа)
<b>4.</b>	<b>Ряды Тейлора. Ряды Лорана</b>		
4.1.	Ряд Тейлора. Основные разложения в степенной ряд.	Необходимый признак сходимости ряда. Признаки сравнения, Даламбера, Коши. Абсолютная сходимость ряда. Степенной ряд, область сходимости, радиус сходимости степенного ряда. Основные разложения элементарных функций в степенной ряд в окрестности нуля.	Лекция- беседа (2 часа)
4.2.	Ряд Лорана. Классификация особых точек функции по виду ряда Лорана.	Нули аналитической функции и их порядок. Два способа определения порядка нуля аналитической функции. Изолированные особые точки и их классификация: устранимая особая точка, полюс, существенно особая точка. Ряд Лорана, область сходимости. Разложение функций в ряд Лорана. Бесконечно удаленная точка. Классификация особых точек по виду ряда Лорана.	Лекция- беседа (2 часа)
<b>5.</b>	<b>Вычеты. Основная теорема о вычетах</b>		
5.1	Вычет функции. Нахождение	Вычеты. Вычисление вычетов в полюсах, существенно	Лекция- беседа

	вычета в полюсе функции и в существенно особой точке. Основная теорема о вычетах. Вторая теорема о вычетах.	особых точках и в бесконечно удаленной точке. Коэффициент при первой отрицательной степени в лорановском разложении. Основная теорема о вычетах. Вторая теорема о вычетах. Вычисление интеграла в случае, когда внутри контура интегрирований находятся все особые точки функции.	(2 часа)
5.2	Вычисление определенных интегралов с помощью теоремы о вычетах. Вычисление определенных интегралов с помощью комплексной замены.	Вычисление определенных интегралов с помощью теоремы о вычетах. Вычисление определенных интегралов с помощью комплексной замены.	Лекция- беседа (2 часа)

**4.3. Лабораторные работы**  
учебным планом не предусмотрено.

#### 4.4. Практические занятия

<i>№ п/п</i>	<i>Номер раздела дисциплины</i>	<i>Наименование тем практических занятий</i>	<i>Объем в часах</i>	<i>Вид занятия в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)</i>
1	<b>1.</b>	Понятие о комплексных числах. Формы записи комплексного числа. Изображение комплексных чисел. Модуль и аргумент.	3	Занятие-тренинг (2 часа)
2		Действия с комплексными числами. Извлечение корня из комплексного числа. Множества на комплексной плоскости.	3	-
3	<b>2.</b>	Действительная и мнимая части функции комплексного переменного.	2	Работа в малых группах (2 час)
4		Определения основных функций комплексного переменного.	2	Работа в малых группах (2 час)
5		Условия Коши-Римана. Аналитические функции. Восстановление аналитической функции по ее мнимой или действительной части. Гармонические функции.	2	Работа в малых группах (2 час)
6		Геометрический смысл модуля и аргумента производной аналитической функции. Конформные отображения.	2	-
7	<b>3.</b>	Определение интеграла от комплексной переменной. Независимость интеграла от аналитической функции от пути интегрирования.	3	-
8		Теорема Коши. Интегральная формула Коши. Интегральная формула Коши для многосвязной области.	3	Работа в малых группах (2 час)
9	<b>4.</b>	Ряд Тейлора. Основные разложения в степенной ряд.	4	-
10		Ряд Лорана. Классификация особых точек функции по виду ряда Лорана.	4	Работа в малых группах (2 час)
11	<b>5.</b>	Вычет функции. Нахождение вычета в полюсе функции и в существенно особой точке. Основная теорема о вычетах. Вторая теорема о вычетах.	3	Работа в малых группах (2 час)
12		Вычисление определенных интегралов с помощью теоремы о вычетах. Вычисление определенных интегралов с помощью комплексной замены.	3	-
<b>ИТОГО</b>			<b>34</b>	<b>14</b>

#### 4.5. Контрольные мероприятия: контрольная работа

Контрольная работа выполняется как индивидуальное домашнее задание. Зачтенные работы оформляются и включаются в портфолио студента.

##### **Контрольная работа**

*Цель:* 1. Научиться выполнять действия с комплексными числами, изображать их на комплексной плоскости.

2. Научиться решать задачи практической направленности с помощью объектов комплексного анализа.

*Содержание:* 5 заданий.

1. Изобразить на комплексной плоскости множество точек, удовлетворяющих условиям:

$$1 \leq \operatorname{Re}(z+1) \leq 3$$

2. Восстановить аналитическую функцию по ее действительной части

$$u = x^3 - 3xy^2 \quad f(1) = 2i + 1$$

3. Вычислить интеграл  $\int (1+i-2\bar{z})dz$  по дуге параболы  $y = x^2$ , соединяющей точки  $z_1 = 0$  и  $z_2 = 1+i$

4. Найти все разложения функции в ряды Лорана по степеням  $z - z_0$  и установить области

сходимости полученных разложений.  $f(z) = \frac{1}{z^2(z-1)}$ ,  $z_0 = 1$

5. Найти вычеты функции относительно бесконечно удаленной точки.  $f(z) = \frac{z^4 + z}{z^6 - 1}$

Выдача задания, прием контрольных работ проводится в соответствии с календарным учебным графиком.

Оценка	Критерии оценки контрольной работы
Зачтено	«Зачтено» ставится при условии правильного выполнения всех заданий.
Не зачтено	Если не выполнено хотя бы одно из обязательных заданий, то студент получает оценку «Не зачтено» и не допускается к семестровым контрольным мероприятиям: зачету или экзамену в соответствии с учебным планом.



**5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

<i>Компетенции</i>  <i>№, наименование разделов дисциплины</i>	<i>Кол-во часов</i>	<i>Компетенции</i>			$\Sigma$ <i>комп.</i>	<i>t<sub>ср</sub>, час</i>	<i>Вид учебных занятий</i>	<i>Оценка результатов</i>
		<i>ОПК</i>		<i>ПК</i>				
		<i>1</i>	<i>2</i>	<i>2</i>				
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
<b>1.</b> Комплексные числа и множества на комплексной плоскости	20	+	+	+	3	6,6	Лк, ПЗ	кр, экзамен
<b>2.</b> Функции комплексного переменного	24	+	+	+	3	8	Лк, ПЗ	кр, экзамен
<b>3.</b> Интеграл от функции комплексной переменной	20	+	+	+	3	6,6	Лк, ПЗ	кр, экзамен
<b>4.</b> Ряды Тейлора. Ряды Лорана	24	+	+	+	3	8	Лк, ПЗ	кр, экзамен
<b>5.</b> Вычеты. Основная теорема о вычетах	20	+	+	+	3	6,6	Лк, ПЗ	кр, экзамен
<i>всего часов</i>	<b>108</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>3</b>	<b>36</b>		

## 6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### а) Подготовка к лекционным и практическим занятиям

1. Сборник задач по математике для вузов. В 2 ч. Ч.2. Специальные разделы математического анализа./ В.А. Болгов и др.-М.: Наука., 1981.- 368 с.
2. Высшая математика в упражнениях и задачах. В 2 ч. Ч.2: Учебное пособие для вузов/ П.Е. Данко, А.Г.Попов, Т.Я.Кожевникова.-7-е изд., испр.- М.: Оникс -2008.-448 с.

### б) Самоподготовка и самопроверка

1. Письменный Д.Т. Конспект лекций по высшей математике: Полный курс/ Д.Т. Письменный. - 7-е изд.-М.: Айрис-Пресс, 2008.- 608 с.
2. Багинова, Т.Г. Математика. Теория функций комплексной переменной: методические указания/ Т.Г. Багинова, Р.С. Бекирова, К.Г. Саакян, - Братск: БрГУ, 2010. – 86 с.

## 7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	Наименование издания	Вид занятия (Лк, ПЗ, кр)	Количество экземпляров в библиотеке, шт.	Обеспеченность, (экз./ чел.)
1	2	3	4	5
<b>Основная литература</b>				
1.	Шипачев В.С. Высшая математика: учебное пособие/ В.С.Шипачев.-8-е изд., переработанное и дополненное.- М.:Юрайт, 2011. - 447 с.	Лк, ПЗ, кр	26	1
2.	Письменный, Д. Т. Конспект лекций по высшей математике : полный курс / Д. Т. Письменный . - 14-е изд., испр. - М.: АЙРИС-ПРЕСС, 2017. - 608 с.	Лк, ПЗ, кр	1294 включая аналоги	1
<b>Дополнительная литература</b>				
3.	Кузнецов, Л.А. Сборник заданий по высшей математике. Типовые расчеты: Учеб. пособие для вузов / Л.А. Кузнецов. – 11-е изд., стереотип. - СПб: Лань, 2008. – 240 с.	Лк, ПЗ, кр	248 (включая аналоги)	1
4.	Соломенцев, Е. Д. Функции комплексного переменного и их применения: учебник / Е. Д. Соломенцев. - Москва : Высшая школа, 1988. - 166 с.	Лк, ПЗ, кр	4	0,25
5.	Краснов, М. Л. Функции комплексного переменного. Операционное исчисление. Теория устойчивости : учебное пособие / М. Л. Краснов, Л. И. Киселев, Г. И. Макаренко. - Москва : Наука, 1971. - 256 с.	Лк, ПЗ, кр	5	0,31
6.	Багинова, Т.Г. Математика. Теория функций комплексной переменной: методические указания/ Т.Г. Багинова, Р.С. Бекирова, К.Г. Саакян, - Братск: БрГУ, 2010. – 86 с.	Лк, ПЗ, кр	104	1
7.	Данко, П. Е. Высшая математика в упражнениях и задачах. В 2 ч. Ч.1 :учебное пособие для вузов / П. Е. Данко, А. Г. Попов, Т.Я. Кожевникова. - 6-е изд. - М.: "Оникс 21 век"; Высшая школа, 2003 - 304 с.	Лк, ПЗ, кр	288	1

## **8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

В процессе обучения студенты могут использовать общие ресурсы:

1. Электронный каталог библиотеки БрГУ  
[http://irbis.brstu.ru/CGI/irbis64r\\_15/cgiirbis\\_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK&S21CNR=&Z21ID=](http://irbis.brstu.ru/CGI/irbis64r_15/cgiirbis_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK&S21CNR=&Z21ID=)
2. Электронная библиотека БрГУ <http://ecat.brstu.ru/catalog>
3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online»  
<http://biblioclub.ru>
4. Электронно-библиотечная система «Издательство «Лань» <http://e.lanbook.com>
5. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"  
<http://window.edu.ru>
6. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <http://elibrary.ru>
7. Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ)  
<https://uisrussia.msu.ru/>

Кроме того, всегда доступны специальные тематические сайты. Например:

1. [http://mathserfer.com/problast.php?tema=vect\\_act](http://mathserfer.com/problast.php?tema=vect_act) ;
2. [http://libedu.ru/l\\_b/minorskii\\_v\\_p\\_/sbornik\\_zadach\\_po\\_vysshei\\_matematike.html](http://libedu.ru/l_b/minorskii_v_p_/sbornik_zadach_po_vysshei_matematike.html);
3. <http://www.exponenta.ru/educat/news/kuleshov/index.asp>;
4. <http://www.allmath.ru/> .

## **9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Обучающийся должен разработать собственный режим равномерного освоения дисциплины. Подготовка студента к предстоящей лекции включает в себя ряд важных познавательных-практических этапов:

- чтение записей, сделанных в процессе слушания и конспектирования предыдущей лекции, вынесение на поля всего, что требуется при дальнейшей работе с конспектом и учебником;
- техническое оформление записей (подчеркивание, выделение главного, выводов, доказательств);
- выполнение практических заданий преподавателя;
- знакомство с материалом предстоящей лекции по учебнику и дополнительной литературе.

Активная работа на лекции, ее конспектирование, продуманная, целенаправленная, систематическая, а главное - добросовестная и глубоко осознанная последующая работа над конспектом - важное условие успешного обучения студентов.

### **9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению практических занятий**

Практические занятия позволяют студенту более глубоко разобраться в теоретическом материале и определить сферы его практического применения. Основная цель практического занятия – развитие самостоятельности студента. Подготовка к практическим занятиям состоит в добросовестном анализе теоретического материала, составлении кратких справочников, словариков, схем, алгоритмов. Кроме того, все домашние задания к практическому занятию должны быть выполнены, либо подготовлены вопросы преподавателю, раскрывающие трудности в освоении учебного материала.

**Практическое занятие 1** Понятие о комплексных числах. Формы записи комплексного числа. Изображение комплексных чисел. Модуль и аргумент.

Цель: научиться изображать комплексные числа, находить модуль и аргумент.

Задание: найти модуль и аргумент, решить кубическое уравнение.

Порядок выполнения: 1) найти модуль. 2) найти аргумент. 3) изобразить комплексное число. 4) решить кубическое уравнение.

Форма отчетности: выполнить задание в тетради и показать преподавателю.

Задания для самостоятельной работы:

1) Найти модуль и аргумент комплексного числа, его действительную и мнимую часть

1. $\frac{1+i}{2-i}$	2. $\frac{1-i}{2+i}$	3. $\frac{4-i}{1+i}$	4. $\frac{i+2}{2i+1}$
5. $\frac{3-i}{3i+2}$	6. $\frac{-i}{2+i}$	7. $\frac{4+i}{1+i}$	8. $\frac{i+2}{2i}$
9. $\frac{1-i}{2+2i}$	10. $\frac{4}{2+i}$	11. $\frac{4+3i}{2+i}$	12. $\frac{i+2}{4i+5}$
13. $\frac{1+i}{2-5i}$	14. $\frac{4-3i}{2+i}$	15. $\frac{4-i}{1+i}$	16. $\frac{i+2}{2i+1}$
17. $\frac{1+i}{2-i}$	18. $\frac{1-i}{2+i}$	19. $\frac{4-i}{1+i}$	20. $\frac{i-2}{2i+5}$

2) Решить кубическое уравнение.

$x^3 - 2x^2 + 3x - 4 = 0$	$x^3 - 6x^2 + 10x - 4 = 0$	$x^3 - 12x^2 + 3x - 14 = 0$
$x^3 + 5x^2 + 3x + 4 = 0$	$x^3 - 9x^2 + 3x - 24 = 0$	$x^3 + 6x^2 + 7x - 4 = 0$
$x^3 - 2x^2 - 3x - 4 = 0$	$x^3 - 2x^2 + 3x - 4 = 0$	$x^3 - 2x^2 + 3x - 5 = 0$

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию:

Научиться находить действительную и мнимую часть комплексного числа. А также рассмотреть примеры выполнения аналогичных заданий, приведенные в лекциях, в рекомендуемых источниках, в основной и дополнительной литературе. Подготовить вопросы преподавателю.

Основная литература

Письменный, Д. Т. Конспект лекций по высшей математике : полный курс / Д. Т. Письменный . - 10-е изд., испр. - М.: АЙРИС-ПРЕСС, 2011. - 608 с.

Дополнительная литература

1. Данко, П. Е. Высшая математика в упражнениях и задачах. В 2 ч. Ч.1 : учебное пособие для вузов / П. Е. Данко, А. Г. Попов, Т.Я. Кожевникова. - 6-е изд. - М.: "Оникс 21 век", : Высшая школа, 2003 - 304 с.

2. Багинова, Т.Г. Математика. Теория функций комплексной переменной: методические указания/ Т.Г. Багинова, Р.С. Бекирова, К.Г. Саакян, - Братск: БрГУ, 2010. – 86 с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Каков порядок действий при вычислении модуля
2. Как изображать комплексное число.

**Практическое занятие 2.** Действия с комплексными числами. Извлечение корня из комплексного числа. Множества на комплексной плоскости.

Цель: научиться действовать с комплексными числами.

Задание. Применить формулу Муавра. Извлечь корень из комплексного числа. Нарисовать область.

Порядок выполнения:

- 1) найти все значения корня. 2) Изобразить область на комплексной плоскости.

Форма отчетности: выполнить задание в тетради и показать преподавателю.

Задания для самостоятельной работы:

1) Возвести в степень.

- |  |  |  |   |
|--|--|--|---|
| 1. $\frac{(1+i)^6}{(i-1)^8}$           | 6. $\frac{(1-i)^{10}}{(i+1)^6}$          | 11. $\frac{(1+i\sqrt{3})^6}{(i-1)^8}$    | 16. $\frac{(1-i)^6}{(i\sqrt{3}-1)^{10}}$        |
| 2. $\frac{(3+i\sqrt{3})^6}{(i+1)^8}$   | 7. $\frac{(1-i)^{16}}{(i+1)^8}$          | 12. $\frac{(1+i\sqrt{3})^{10}}{(i+1)^7}$ | 17. $\frac{(1+i\sqrt{3})^5}{(i-\sqrt{3})^8}$    |
| 3. $\frac{(\sqrt{3}+i)^4}{(i-1)^{18}}$ | 8. $\frac{(1+i)^8}{(i-1)^4}$             | 13. $\frac{(1+i\sqrt{3})^6}{(i+1)^8}$    | 18. $\frac{(1-i\sqrt{3})^{10}}{(i-\sqrt{3})^7}$ |
| 4. $\frac{(1+i\sqrt{3})^5}{(i+1)^4}$   | 9. $\frac{(\sqrt{3}+i)^{14}}{(i-1)^8}$   | 14. $\frac{(\sqrt{3}-i)^4}{(i-1)^{20}}$  | 19. $\frac{(\sqrt{3}-i)^4}{(i+1)^{10}}$         |
| 5. $\frac{(\sqrt{3}+3i)^4}{(i-1)^8}$   | 10. $\frac{(3-i\sqrt{3})^{16}}{(i+1)^8}$ | 15. $\frac{(3-i\sqrt{3})^6}{(i-1)^5}$    | 20. $\frac{(3+i\sqrt{3})^4}{(i+1)^{18}}$        |

2) Найти все значения корня.

- |                    |                     |                     |                     |
|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 1. $\sqrt[4]{2}$   | 6. $\sqrt[5]{i}$    | 11. $\sqrt[4]{-i}$  | 16. $\sqrt[4]{1-i}$ |
| 2. $\sqrt[4]{-16}$ | 7. $\sqrt[6]{-1}$   | 12. $\sqrt[5]{1}$   | 17. $\sqrt[5]{32}$  |
| 3. $\sqrt[4]{1+i}$ | 8. $\sqrt[8]{1}$    | 13. $\sqrt[8]{-1}$  | 18. $\sqrt[4]{81}$  |
| 4. $\sqrt[5]{-2}$  | 9. $\sqrt[5]{1}$    | 14. $\sqrt[6]{-64}$ | 19. $\sqrt[5]{-i}$  |
| 5. $\sqrt[6]{i}$   | 10. $\sqrt[5]{i-1}$ | 15. $\sqrt[5]{-1}$  | 20. $\sqrt[6]{-8}$  |

3) Изобразить множества на комплексной плоскости.

- |  |                         |
|--|-------------------------|
| 1. а) $ z+i = z-4 $                          | в) $ z-1 + z-5 <6$      |
| 2. а) $ z+i \leq 5$                          | в) $ z-1 - z-7 <4$      |
| 3. а) $1\leq \operatorname{Re}(z+1)\leq 3$   | в) $ z-2 + z-8 <8$      |
| 4. а) $2\leq  z \leq 5$                      | в) $ z+6 - z+2 >2$      |
| 5. а) $ z-4 = z-4i $                         | в) $ z+4 + z-2 >10$     |
| 6. а) $ z-2+i =4$                            | в) $ z+3 + z-5 <10$     |
| 7. а) $ z+3 = z-i $                          | в) $ z-1 - z-7 <4$      |
| 8. а) $ z-1-i = z-4 $                        | в) $ z+3 - z-5 \leq 6$  |
| 9. а) $-1\leq \operatorname{Im}(z+2i)\leq 4$ | в) $ z+4 + z-6 \leq 12$ |
| 10. а) $ z-i = z-1+i $                       | в) $ z-1 - z-5 <2$      |
| 11. а) $0<\operatorname{Re}(z-4i)\leq 4$     | в) $ z - z-6 >4$        |
| 12. а) $2\leq  z \leq 5$                     | в) $ z+6 - z+2 >2$      |

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию:

Рассмотреть примеры выполнения аналогичных заданий, приведенные в лекциях, в рекомендуемых источниках, в основной и дополнительной литературе. Подготовить вопросы преподавателю.

Основная литература

Письменный, Д. Т. Конспект лекций по высшей математике : полный курс / Д. Т. Письменный . - 10-е изд., испр. - М.: АЙРИС-ПРЕСС, 2011. - 608 с.

Дополнительная литература

Багинова, Т.Г. Математика. Теория функций комплексной переменной: методические указания/ Т.Г. Багинова, Р.С. Бекирова, К.Г. Саакян, - Братск: БрГУ, 2010. – 86 с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Каков порядок действий при вычислении корня?
2. Каков порядок действий при возведении в степень?

**Практическое занятие 3.** Действительная и мнимая части функции комплексного переменного.

**Цель:** научиться находить действительную и мнимую часть функции.

**Задание:** найти действительную и мнимую часть функции

**Порядок выполнения:**

- 1) выделить мнимую часть.
- 2) Выделить действительную часть.
- 3) Найти образ линии при заданной отображении

**Форма отчетности:** выполнить задание в тетради и показать преподавателю.

**Задания для самостоятельной работы:**

1) Найти действительную и мнимую часть функции

- |                               |                                |                                  |  |
|-------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|--|
| 1. а) $w = \bar{z} - iz^2$    | б) $w = z \cdot \sin z$        | 11. а) $w = \bar{z} + iz^2$      | 16. а) $w = \frac{z+1}{\bar{z}-2}$       |
| в) $w = z \cdot \cos z$       | в) $w = \frac{z+1}{z^2}$       | в) $w = \operatorname{tg} z$     | в) $w = z \cdot e^{-z}$                  |
| 2. а) $w = \frac{\bar{z}}{z}$ | 7. а) $w = z \cdot e^z$        | 12. а) $w = \frac{\bar{z}+1}{z}$ | 17. а) $w = \operatorname{tg} z$         |
| в) $w = z^2 \cdot \sin z$     | б) $w = \frac{z^2+1}{z-2}$     | в) $w = \frac{\cos z}{z}$        | в) $w = \frac{z-2}{z \cdot \bar{z}}$     |
| 3. а) $w = \sin \bar{z}$      | 8. а) $w = z \cdot \ln z$      | 13. а) $w = \frac{z^2+1}{z+2}$   | 18. а) $w = \frac{\bar{z}+1}{z-2}$       |
| в) $w = \frac{1+z}{z^2+1}$    | б) $w = z^3 \cdot (\bar{z}+1)$ | в) $w = \frac{\ln z}{z}$         | в) $w = 3^{z^2}$                         |
| 4. а) $w = 2^{z^2-1}$         | 9. а) $w = \frac{z^2}{z+1}$    | 14. а) $w = (z+1) \cdot e^z$     | 19. а) $w = \frac{z+2}{z \cdot \bar{z}}$ |
| в) $w = \frac{z^2+2}{z^2-1}$  | б) $w = \bar{z} \cdot \sin z$  | в) $w = \frac{\bar{z}+1}{z}$     | в) $w = z \cdot e^z$                     |
| 5. а) $w = \frac{2z+1}{z-1}$  | 10. а) $w = z^2 \cdot \bar{z}$ | 15. а) $w = \frac{\bar{z}}{z}$   | 20. а) $w = \frac{z^2}{z-2}$             |
| в) $w = \frac{\sin z}{z}$     | б) $w = \operatorname{ctg} z$  | в) $w = z \cdot \cos \bar{z}$    | в) $w = z^2 \cdot \ln z$                 |

2) Найти образ линии при заданной отображении

1. Найти образ окружности  $x^2 + y^2 = \frac{y}{3}$  при отображении  $w = \frac{1}{z}$ .
2. Найти образ прямой  $y = -\frac{x}{2}$  при отображении  $w = \frac{1}{z}$ .
3. Найти образ прямой  $y = x - 1$  при отображении  $w = \frac{1}{z}$ .
4. Найти образ окружности  $x^2 + y^2 = 2y$  при отображении  $w = \frac{1}{z}$ .
5. Найти образ прямой  $y = x$  при отображении  $w = \frac{1}{z}$ .
6. Найти образ прямой  $y = x + 1$  при отображении  $w = \frac{1}{z}$ .
7. Найти образ окружности  $x^2 + y^2 = 4x$  при отображении  $w = \frac{1}{z}$ .
8. Найти образ прямой  $y = 4x$  при отображении  $w = \frac{1}{z}$ .

9. Найти образ прямой  $y = 2x - 1$  при отображении  $w = \frac{1}{z}$ .
10. Найти образ прямоугольной сетки  $x = C, y = C$  и образ окружности  $|z| = R$  при отображении  $w = \frac{1}{z}$ .
11. Найти образы лучей  $\arg z = \alpha$  и окружностей  $|z - 1| = 1$  при отображении  $w = \frac{1}{z}$ .
12. Для отображений  $w = \frac{1}{z} + z$  и  $w = z - \frac{1}{z}$  найти образы окружностей  $|z| = R$ .
13. Найти преобразование прямоугольной сетки  $x = C, y = C$  с помощью функции  $w = z^2 + z$ .
14. Найти преобразование прямоугольной сетки  $x = C, y = C$  с помощью функции  $w = e^z$ .
15. Найти преобразование прямоугольной сетки  $x = C, y = C$  с помощью функции  $w = e^{z^2}$ .
16. Найти образ окружности  $x^2 + y^2 = 4x$  при отображении  $w = \frac{1}{z}$ .
17. Найти образ прямой  $y = -x$  при отображении  $w = \frac{1}{z}$ .
18. Найти образ прямой  $y = 3x - 1$  при отображении  $w = \frac{1}{z}$ .
19. Найти образ прямоугольной сетки  $x = C, y = C$  и образ окружности  $|z + 1| = 1$  при отображении  $w = \frac{1}{z}$ .
20. Найти образы лучей  $\arg z = \alpha$  и окружностей  $|z - 1| = 2$  при отображении  $w = \frac{1}{z}$ .

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию:

Рассмотреть примеры выполнения аналогичных заданий, приведенные в лекциях, в рекомендуемых источниках, в основной и дополнительной литературе. Подготовить вопросы преподавателю.

Основная литература

Письменный, Д. Т. Конспект лекций по высшей математике : полный курс / Д. Т. Письменный. - 10-е изд., испр. - М.: АЙРИС-ПРЕСС, 2011. - 608 с.

Дополнительная литература

Багинова, Т.Г. Математика. Теория функций комплексной переменной: методические указания / Т.Г. Багинова, Р.С. Бекирова, К.Г. Саакян, - Братск: БрГУ, 2010. - 86 с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Каков порядок действий при нахождении мнимой части функции
2. Каков порядок действий при нахождении действительной части функции

**Практическое занятие 4**. Определения основных функций комплексного переменного.

Цель: научиться находить значения функций.

Задание: рассмотреть определения функций.

Порядок выполнения:

1) найти значения различных функций.

Форма отчетности: выполнить задание в тетради и показать преподавателю.

Задания для самостоятельной работы:

Вычислить значения функций

1. а)  $\cos(2+i)$     б)  $1^{\sqrt{2}}$     в)  $(-2)^{\sqrt{2}}$     г)  $(-2)^i$     д)  $(-1)^{-i}$
2. а)  $\operatorname{Ln}4$     б)  $\operatorname{Arc} \sin 0.5$     в)  $\operatorname{Arc} \sin 2$     г)  $\operatorname{Arc} \cos 1$     д)  $\operatorname{Arc} \cos(-2)$
3. а)  $\left(\frac{1-i}{2}\right)^{1+i}$     б)  $\operatorname{Ln}(2-3i)$     в)  $\operatorname{Ln}(1+i)$     г)  $\operatorname{Ln}(2+i)$     д)  $\operatorname{Ln}(-4i)$
4. а)  $\operatorname{ch}(1+i)$     б)  $\operatorname{Arc} \sin(-0.5)$     в)  $\operatorname{Arc} \sin \frac{\sqrt{2}}{2}$     г)  $\operatorname{Arc} \cos(-0.5)$     д)  $\operatorname{Arc} \sin(-3i)$
5. а)  $\operatorname{Arch}0.5$     б)  $e^{2-3i}$     в)  $4^{2-3i}$     г)  $i^{2+3i}$     д)  $i^{2i}$
6. а)  $\sin 2i$     б)  $(-2)^{\sqrt{2}}$     в)  $(-2)^i$     г)  $(-1)^{-i}$
7. а)  $\operatorname{Ln}(-1)$     б)  $\operatorname{Arc} \sin 2$     в)  $\operatorname{Arc} \cos 1$     г)  $\operatorname{Arc} \cos(-2)$
8. а)  $\left(\frac{1+i}{i}\right)^i$     б)  $\operatorname{Ln}(1+i)$     в)  $\operatorname{Ln}(2+i)$     г)  $\operatorname{Ln}(-4i)$
9. а)  $\operatorname{sh}(1-i)$     б)  $\operatorname{Arc} \sin \frac{\sqrt{2}}{2}$     в)  $\operatorname{Arc} \cos(-0.5)$     г)  $\operatorname{Arc} \sin(-3i)$
10. а)  $\operatorname{Arch}(-0.5)$     б)  $e^{2-3i}$     в)  $4^{2-3i}$     г)  $i^{2+3i}$     д)  $i^{2i}$
11. а)  $\operatorname{tg}(2-i)$     б)  $(-2)^{\sqrt{2}}$     в)  $(-2)^i$     г)  $(-1)^{-i}$
12. а)  $\operatorname{Ln}(2i)$     б)  $\operatorname{Arc} \cos 1$     в)  $\operatorname{Ln}(2+i)$     г)  $\operatorname{Ln}(-4i)$
13. а)  $\left(\frac{1-i}{1+i}\right)^{2i}$     б)  $\operatorname{Ln}(2+i)$     в)  $\operatorname{Ln}(2+i)$     г)  $\operatorname{Ln}(-4i)$
14. а)  $\operatorname{ch}(-i)$     б)  $\operatorname{Arc} \cos(-0.5)$     в)  $\operatorname{Arc} \cos(-0.5)$     г)  $\operatorname{Arc} \sin(-3i)$
15. а)  $\operatorname{Arsh}0.5$     б)  $e^{2-3i}$     в)  $4^{2-3i}$     г)  $i^{2+3i}$     д)  $i^{2i}$
16. а)  $\operatorname{ctg}(1+i)$     б)  $(-2)^{\sqrt{2}}$     в)  $(-2)^i$     г)  $(-1)^{-i}$
17. а)  $\operatorname{Ln}(-2i)$     б)  $\operatorname{Arc} \cos(-2)$     в)  $\operatorname{Ln}(2+i)$     г)  $\operatorname{Ln}(-4i)$
18. а)  $\left(\frac{1+i}{2i}\right)^{\sqrt{2}}$     б)  $\operatorname{Ln}(-4i)$     в)  $\operatorname{Ln}(2+i)$     г)  $\operatorname{Ln}(-4i)$
19. а)  $\operatorname{th}(1-i)$     б)  $\operatorname{Arc} \cos(-0.5)$     в)  $\operatorname{Arc} \cos(-0.5)$     г)  $\operatorname{Arc} \sin(-3i)$
20. а)  $\operatorname{Arsh}(-0.5)$     б)  $e^{2-3i}$     в)  $4^{2-3i}$     г)  $i^{2+3i}$     д)  $i^{2i}$

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию:

Рассмотреть примеры выполнения аналогичных заданий, приведенные в лекциях, в рекомендуемых источниках, в основной и дополнительной литературе. Подготовить вопросы преподавателю.

#### Основная литература

Письменный, Д. Т. Конспект лекций по высшей математике : полный курс / Д. Т. Письменный . - 10-е изд., испр. - М.: АЙРИС-ПРЕСС, 2011. - 608 с.

#### Дополнительная литература

Багинова, Т.Г. Математика. Теория функций комплексной переменной: методические указания/ Т.Г. Багинова, Р.С. Бекирова, К.Г. Саакян, - Братск: БрГУ, 2010. – 86 с.

#### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Каковы основные функции комплексного переменного

#### Практическое занятие 5. Условия Коши-Римана. Аналитические функции.

Восстановление аналитической функции по ее мнимой или действительной части. Гармонические функции.

Цель: научиться восстанавливать аналитическую функцию..

Задание: проверить условие Коши-Римана..

Порядок выполнения:

- 1) проверить условия Коши-Римана
- 2) восстановить саму функцию

Форма отчетности: выполнить задание в тетради и показать преподавателю.

Задания для самостоятельной работы:

- 1) Проверить, будут ли функции аналитическими

- |  |  |   |   |
|--|--|---|---|
| 1. $f(z) = \operatorname{tg} z$            | 6. $f(z) = \operatorname{ctg} z$                                 | 11. $f(z) = \frac{z \cdot \cos z}{1 - z^2}$                       | 16. $f(z) = \frac{\cos z}{\cos z - \sin z}$ |
| 2. $f(z) = z \cdot e^{-z}$                 | 7. $f(z) = \frac{1}{\operatorname{tg} z + \operatorname{ctg} z}$ | 12. $f(z) = z^2 \cdot e^{-z}$                                     | 17. $f(z) = \operatorname{ctg} z$           |
| 3. $f(z) = \frac{z \cdot \cos z}{1 + z^2}$ | 8. $f(z) = \operatorname{cth} z$                                 | 13. $f(z) = \frac{e^z - 1}{e^z + 1}$                              | 18. $f(z) = (z+1) \cdot e^{-z}$             |
| 4. $f(z) = \frac{e^z + 1}{e^z - 1}$        | 9. $f(z) = \frac{\cos z}{\cos z - \sin z}$                       | 14. $f(z) = \frac{e^z}{z-1}$                                      | 19. $f(z) = \frac{e^z}{e^z - 1}$            |
| 5. $f(z) = \frac{e^z}{z}$                  | 10. $f(z) = \operatorname{th} z$                                 | 15. $f(z) = \frac{1}{\operatorname{tg} z + \operatorname{ctg} z}$ | 20. $f(z) = \operatorname{th} z$            |

- 2) Восстановить аналитическую функцию по ее действительной или мнимой части.



1.  $u = \frac{x}{x^2 + y^2} \quad f(\pi) = \frac{1}{\pi}$
2.  $v = 2xy + 2y \quad f(i) = 2i - 1$
3.  $u = 2 \sin x \cdot \operatorname{ch} y - x \quad f(0) = 0$
4.  $v = 2(\operatorname{ch} x \sin y - xy) \quad f(0) = 0$
5.  $v = 2(2 \operatorname{sh} x \sin y + xy) \quad f(0) = 3$
6.  $v = \operatorname{arctg} \frac{y}{x} \quad f(1) = 0$
7.  $v = -2 \sin 2x \operatorname{sh} 2y + y \quad f(0) = 2$
8.  $v = 2 \cos x \operatorname{ch} y - x^2 + y^2 \quad f(0) = 2$
9.  $u = \frac{x}{x^2 + y^2} \quad f(\pi) = \frac{1}{\pi}$
10.  $v = 2xy + 2y \quad f(i) = 2i - 1$
11.  $v = 2xy + 2y \quad f(i) = i + 1$
12.  $v = 2e^x \cdot \sin y \quad f(i) = 2i$
13.  $u = x^3 - 3xy^2 \quad f(1) = 2i + 1$
14.  $u = \frac{x}{x^2 + y^2} - 2y \quad f(1) = i$
15.  $v = \operatorname{arctg} \frac{y}{x} \quad f(1) = i$
16.  $v = 2(\operatorname{ch} x \sin y - xy) \quad f(0) = 0$
17.  $u = 2 \sin x \cdot \operatorname{ch} y - x \quad f(0) = 0$
18.  $v = -2 \sin 2x \operatorname{sh} 2y + y \quad f(0) = 2$
19.  $u = \frac{x}{x^2 + y^2} \quad f(\pi) = \frac{1}{\pi}$
20.  $v = 2e^x \cdot \sin y \quad f(i) = 2i$

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию:

Рассмотреть примеры выполнения аналогичных заданий, приведенные в лекциях, в рекомендуемых источниках, в основной и дополнительной литературе. Подготовить вопросы преподавателю.

Основная литература

Письменный, Д. Т. Конспект лекций по высшей математике : полный курс / Д. Т. Письменный . - 10-е изд., испр. - М.: АЙРИС-ПРЕСС, 2011. - 608 с.

Дополнительная литература

Багинова, Т.Г. Математика. Теория функций комплексной переменной: методические указания/ Т.Г. Багинова, Р.С. Бекирова, К.Г. Саакян, - Братск: БрГУ, 2010. – 86 с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Каков порядок проверки
2. Какие этапы восстановления

**Практическое занятие 6.** Геометрический смысл модуля и аргумента производной аналитической функции. Конформные отображения.

Цель: Изучить свойства конформных отображений.

Задание: выяснить геометрический смысл модуля и аргумента производной аналитической функции

Порядок выполнения:

- 1) найти производную
- 2) найти модуль и аргумент производной

Форма отчетности: выполнить задание в тетради и показать преподавателю.

Задания для самостоятельной работы:

- 1) найти угол поворота и коэффициент растяжения

1.  $w = z^3, \quad z_0 = i + 3$
2.  $w = z^4, \quad z_0 = i + 3$
3.  $w = \frac{z^4}{z^2 + 1}, \quad z_0 = 2i$
4.  $w = \operatorname{Ln} z, \quad z_0 = i - 1$
5.  $w = \cos z, \quad z_0 = \frac{i}{i - 1}$
6.  $w = \operatorname{tg} z, \quad z_0 = i$

$$\begin{array}{lll}
7. w = \frac{z^3}{z-1}, z_0 = i & 8. w = \sin z, z_0 = \frac{i}{i+2} & 9. w = \operatorname{Ln}(z-1), z_0 = i+3 \\
10. w = z^2 + 1, z_0 = \frac{i+3}{i-1} & 11. w = \frac{z+1}{z-1}, z_0 = i & 12. w = \frac{z}{z^2-1}, z_0 = \frac{i}{i-1} \\
13. w = \frac{z^2}{z+1}, z_0 = \frac{i-1}{i} & 14. w = 2^z, z_0 = \frac{i+3}{i-2} & 15. w = \cos(z+2), z_0 = 2-i \\
16. w = z^4, z_0 = \frac{2i+3}{i-1} & 17. w = z^4, z_0 = \frac{i+3}{i+2} & 18. w = \operatorname{ctg}\left(\frac{1}{z}\right), z_0 = i \\
19. w = 1 - z^3, z_0 = \frac{i}{2-1} & 20. w = \frac{z}{\sin z}, z_0 = i &
\end{array}$$

2) найти образ области при заданной отображении

$$\begin{array}{ll}
1. D = \{z | \operatorname{Re} z > 0, \operatorname{Im} z > 0\}; w = \frac{z-i}{z+i} & 2. D = \left\{z \mid 0 < \arg z < \frac{\pi}{4}\right\}; w = \frac{z}{z-1} \\
3. D = \left\{z \mid 1 \leq |z| \leq 2, 0 \leq \arg z \leq \frac{\pi}{4}\right\}; w = 1 + \frac{1}{z} & 4. D = \{z | |z| < 1, \operatorname{Im} z > 0\}; w = i \cdot \frac{1-z}{1+z} \\
5. D = \{z | 0 < \operatorname{Re} z < 1\}; w = \frac{z-1}{z-2} & 6. D = \{z | |z| < R, R < 1\}; w = \frac{1}{2} \left(z + \frac{1}{z}\right) \\
7. D = \{z | |z| > R, R > 1\}; w = \frac{1}{2} \left(z + \frac{1}{z}\right) & 8. D = \{z | -\pi < \operatorname{Im} z < 0\}; w = e^z \\
9. D = \left\{z \mid |\operatorname{Im} z| > \frac{\pi}{2}\right\}; w = e^z & 10. D = \{z | 0 < \operatorname{Im} z < 2\pi, \operatorname{Re} z > 0\}; w = e^z \\
11. D = \left\{z \mid 0 < \operatorname{Im} z < \frac{\pi}{2}, \operatorname{Re} z > 0\right\}; w = e^z & 12. D = \{z | 0 < \operatorname{Im} z < \pi, 0 < \operatorname{Re} z > 1\}; w = e^z \\
13. D = \{z | \operatorname{Re} z > 0, \operatorname{Im} z > 0\}; w = \frac{z-i}{z+i} & 14. D = \{z | \operatorname{Re} z > 0, \operatorname{Im} z > 0\}; w = \frac{z-1}{z+1} \\
15. D = \left\{z \mid 0 < \arg z < \frac{\pi}{4}\right\}; w = \frac{z}{z+1} & 16. D = \{z | |z| < 1, \operatorname{Im} z > 0\}; w = i \cdot \frac{2-z}{2+z} \\
17. D = \{z | 0 < \operatorname{Re} z < 1\}; w = \frac{z-i}{z+i} & 18. D = \{z | |z| > 3\}; w = \frac{1}{2} \left(z + \frac{1}{z}\right) \\
19. D = \{z | |\operatorname{Im} z| > \pi\}; w = e^z & 20. D = \{z | 0 < \arg z < \pi\}; w = \frac{z}{z+1}
\end{array}$$

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию:

Рассмотреть примеры выполнения аналогичных заданий, приведенные в лекциях, в рекомендуемых источниках, в основной и дополнительной литературе. Подготовить вопросы преподавателю.

#### Основная литература

Письменный, Д. Т. Конспект лекций по высшей математике : полный курс / Д. Т. Письменный . - 10-е изд., испр. - М.: АЙРИС-ПРЕСС, 2011. - 608 с.

#### Дополнительная литература

Багинова, Т.Г. Математика. Теория функций комплексной переменной: методические указания/ Т.Г. Багинова, Р.С. Бекирова, К.Г. Саакян, - Братск: БрГУ, 2010. – 86 с.

#### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Каков порядок проверки
2. Какие этапы восстановления

**Практическое занятие 7.** Определение интеграла от комплексной переменной. Независимость интеграла от аналитической функции от пути интегрирования.

**Цель:** Рассмотреть интеграл от комплексной переменной

**Задание:** Проверить независимость интеграла от пути интегрирования.

**Порядок выполнения:**

- 1) вычислить интеграл непосредственно
- 2) проверить по формуле Ньютона-Лейбница

**Форма отчетности:** выполнить задание в тетради и показать преподавателю.

**Задания для самостоятельной работы:**

1) вычислить интегралы по заданным контурам

1. Вычислить интеграл  $\int_{\gamma} e^z dz$  по дуге параболы  $y = x^2$ , соединяющей точки  $z_1 = 0$  и  $z_2 = 1 + i$
2. Вычислить интеграл  $\int_{\gamma} \cos z dz$  по отрезку прямой, соединяющей точки  $z_1 = \frac{\pi}{2}$  и  $z_2 = \pi + i$
3. Вычислить интеграл  $\int_{\gamma} e^z dz$  по отрезку прямой, соединяющей точки  $z_1 = i$  и  $z_2 = 2 - i$
4. Вычислить интеграл  $\int_{\gamma} \frac{1 + tgz}{\cos^2 z} dz$  по отрезку прямой, соединяющей точки  $z_1 = 1$  и  $z_2 = i$
5. Вычислить интеграл  $\int_{\gamma} \sin z dz$  по отрезку прямой, соединяющей точки  $z_1 = \frac{\pi}{2}$  и  $z_2 = \pi + i$
6. Вычислить интеграл  $\int_{\gamma} e^{-z} dz$  по дуге параболы  $y = 2x^2$ , соединяющей точки  $z_1 = 0$  и  $z_2 = 2 + 8i$
7. Вычислить интеграл  $\int_{\gamma} \frac{1 + tgz}{\cos^2 z} dz$  по отрезку прямой, соединяющей точки  $z_1 = i$  и  $z_2 = 2i$
8. 9. Вычислить интеграл  $\int (1 + i - 2\bar{z}) dz$  по дуге параболы  $y = x^2$ , соединяющей точки  $z_1 = 0$  и  $z_2 = 1 + i$
10. Вычислить интеграл  $\int (1 + i - 2\bar{z}) dz$  по ломаной  $z_1 z_2 z_3$ , где  $z_1 = 0$ ,  $z_2 = 1 + i$ ,  $z_3 = 2 + 3i$
11. Вычислить интеграл  $\int_{\gamma} \frac{1}{\sqrt{z}} dz$  по дуге  $|z| = 1, 0 \leq \arg z \leq \pi$  (выбирается та ветвь функции  $\sqrt{z}$ , для которой  $\sqrt{1} = 1$ )
12. Вычислить интеграл  $\int_{\gamma} \frac{1}{\sqrt{z}} dz$  по дуге  $|z| = 1, 0 \leq \arg z \leq \pi$  (выбирается та ветвь функции  $\sqrt{z}$ , для которой  $\sqrt{1} = -1$ )
13. Вычислить интеграл  $\int_{\gamma} \frac{z}{\bar{z}} dz$  по дуге  $|z| = 1, 0 \leq \arg z \leq \pi$
14. Вычислить интеграл  $\int_{\gamma} |z| \bar{z} dz$  по контуру, состоящему из дуги  $|z| = 1, 0 \leq \arg z \leq \pi$  и отрезка  $-1 \leq x \leq 1$
15. Вычислить интеграл  $\int_{\gamma} |z| \bar{z} dz$  по контуру, состоящему из дуги  $|z| = 1, 0 \leq \arg z \leq \frac{\pi}{4}$  и отрезков  $-1 \leq x \leq 1, -1 \leq y \leq 1$

16. Вычислить интеграл  $\int_{\gamma} \operatorname{Ln} z dz$  по окружности  $|z|=1$  (выбирается та ветвь функции  $\operatorname{Ln} z$ , для которой  $\operatorname{Ln} 1 = 0$ )
17. Вычислить интеграл  $\int_{\gamma} \operatorname{Ln} z dz$  по окружности  $|z|=1$  (выбирается та ветвь функции  $\operatorname{Ln} z$ , для которой  $\operatorname{Ln} i = \frac{\pi i}{2}$ )
18. Вычислить интеграл  $\int_{\gamma} \operatorname{Ln} z dz$  по окружности  $|z|=R$  (выбирается та ветвь функции  $\operatorname{Ln} z$ , для которой  $\operatorname{Ln} R = \ln R$ )
20. Вычислить интеграл  $\int_{\gamma} \frac{1}{\sqrt[3]{z}} dz$  по дуге  $|z|=1, 0 \leq \arg z \leq \pi$  (выбирается та ветвь функции  $\sqrt[3]{z}$ , для которой  $\sqrt[3]{1} = 1$ )

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию:

Рассмотреть примеры выполнения аналогичных заданий, приведенные в лекциях, в рекомендуемых источниках, в основной и дополнительной литературе. Подготовить вопросы преподавателю.

#### Основная литература

Письменный, Д. Т. Конспект лекций по высшей математике : полный курс / Д. Т. Письменный. - 10-е изд., испр. - М.: АЙРИС-ПРЕСС, 2011. - 608 с.

#### Дополнительная литература

Багинова, Т.Г. Математика. Теория функций комплексной переменной: методические указания/ Т.Г. Багинова, Р.С. Бекирова, К.Г. Саакян, - Братск: БрГУ, 2010. – 86 с.

#### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Каков порядок проверки
2. Какие этапы восстановления

**Практическое занятие 8.** Теорема Коши. Интегральная формула Коши. Интегральная формула Коши для многосвязной области.

Цель: научиться применять теорему Коши и интегральную формулу

Задание: найти интегралы

Порядок выполнения:

- 1) применит интегральную формулу Коши для многосвязной области

Форма отчетности: выполнить задание в тетради и показать преподавателю.

Задания для самостоятельной работы: 1) Найти интегралы, применяя формулу Коши

- |   |  |  |  |
|---|--|--|--|
| 1. $\int_{ z =1} \frac{e^z dz}{z^2 + 2z}$                 | 6. $\int_{ z =2} \frac{z \operatorname{sh} z}{(z^2 - 1)^2} dz$ | 11. $\int_{ z =2} \frac{1}{z^3} \cos \frac{\pi}{z+1} dz$     | 16. $\int_{ z =2} \frac{1}{(z-1)^3 (z+1)^3} dz$                |
| 2. $\int_{ z-i =1} \frac{e^{iz} dz}{z^2 + 1}$             | 7. $\int_{ z =0.5} \frac{1 - \sin z dz}{z^2}$                  | 12. $\int_{ z =0.5} \frac{1}{z^3} \sin \frac{\pi}{z+1} dz$   | 17. $\int_{ z =2} \frac{1}{(z-i)^3 (z+1)^3} dz$                |
| 3. $\int_{ z =1} \frac{\cos z dz}{z^3}$                   | 8. $\int_{ z+i =1} \frac{e^{-iz} dz}{z^2 + 1}$                 | 13. $\int_{ z =2} z^2 \ln \frac{z+1}{z-1}$                   | 18. $\int_{ z-2i =3} \frac{\sin z dz}{z^3}$                    |
| 4. $\int_{ z =1} \frac{e^z dz}{z^2 - 3z}$                 | 9. $\int_{ z =1} \frac{\cos z dz}{z^3}$                        | 14. $\int_{ z-1 =1} z^2 \ln \frac{z+1}{z-1}$                 | 19. $\int_{ z-i =4} \frac{\cos \frac{iz\pi}{3} dz}{z^2 + 4}$   |
| 5. $\int_{ z =0.5} \frac{1}{z^3} \cos \frac{\pi}{z+1} dz$ | 10. $\int_{ z+1 =2} \frac{1 + \sin z dz}{z^2}$                 | 15. $\int_{ z-i =1} \frac{\sin \frac{iz\pi}{2} dz}{z^2 + 1}$ | 20. $\int_{ z =0.5} \frac{1}{z^2} \cos \frac{\pi}{z^2 + 1} dz$ |

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию:

Рассмотреть примеры выполнения аналогичных заданий, приведенные в лекциях, в рекомендуемых источниках, в основной и дополнительной литературе. Подготовить вопросы преподавателю.

Основная литература

Письменный, Д. Т. Конспект лекций по высшей математике : полный курс / Д. Т. Письменный . - 10-е изд., испр. - М.: АЙРИС-ПРЕСС, 2011. - 608 с.

Дополнительная литература

Багинова, Т.Г. Математика. Теория функций комплексной переменной: методические указания/ Т.Г. Багинова, Р.С. Бекирова, К.Г. Саакян, - Братск: БрГУ, 2010. – 86 с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Каков порядок проверки
2. Какие формулы для многосвязной области

Практическое занятие 9. Ряд Тейлора. Основные разложения в степенной ряд.

Цель: Изучить различные разложения функций

Задание: Разложить в ряд Тейлора указанные функции

Порядок выполнения:

- 1) Применить нужное разложение.
- 2) Найти область сходимости

Форма отчетности: выполнить задание в тетради и показать преподавателю.

Задания для самостоятельной работы:

- 1) Найти области абсолютной сходимости степенных рядов

1. $\sum e^{in} z^n$	6. $\sum \frac{(z+1)^n}{n \cdot 2^n \sqrt{2n+1}}$	11. $\sum \frac{n^2 z^n}{n!}$	16. $\sum \frac{n!}{n^n} z^n$
2. $\sum \left(\frac{z}{in}\right)^n$	7. $\sum (-1)^n \frac{(z+2)^{2n}}{n}$	12. $\sum n!(z-i)^n$	17. $\sum \frac{(z+3)^n}{n\sqrt{n}}$
3. $\sum \sin \frac{\pi i}{n} z^n$	8. $\sum \frac{2^n (z-2)^{2n}}{n}$	13. $\sum (3n+1)(z-1)^n$	18. $\sum \frac{n^n (z-5)^n}{(3n+1)^{10}}$
4. $\sum \cos^n \frac{\pi i}{\sqrt{n}} z^n$	9. $\sum (-1)^n \frac{(z-3)^{2n}}{(n+1)\sqrt{\ln(n+1)}}$	14. $\sum \frac{(z+i)^n}{n^n}$	19. $\sum (-1)^{n+1} n z^n$
5. $\sum \cos i n \cdot z^n$	10. $\sum (-1)^n \frac{n z^n}{3n-2}$	15. $\sum \frac{(2n+1)z^n}{n!}$	20. $\sum \frac{(z-i)^n}{n^n}$

- 2) Разложить указанные функции в ряд Тейлора

1. $f(z) = \sqrt[3]{27-z}, z_0 = 0$	2. $f(z) = \frac{z}{4+z^2}, z_0 = 0$	3. $f(z) = \frac{1}{\sqrt{9+z^2}}, z_0 = 0$
4. $f(z) = \frac{3}{1+z-2z^2}, z_0 = 0$	5. $f(z) = \ln(1+z-2z^2), z_0 = 0$	6. $f(z) = \frac{z}{3+4z^2}, z_0 = 0$
7. $f(z) = \ln(z^2+3z+2), z_0 = 0$	8. $f(z) = \ln(z+\sqrt{1+z^2}), z_0 = 0$	9. $f(z) = \frac{3z+1}{(z-2)^2}, z_0 = 0$
10. $f(z) = \frac{1}{1-z}, z_0 = 2$	11. $f(z) = \frac{1}{z^2-6z+5}, z_0 = 3$	12. $f(z) = \frac{1}{z^2+3z+2}, z_0 = -4$
13. $f(z) = \frac{1}{1+z}, z_0 = 3i$	14. $f(z) = \sqrt{z}, z_0 = 1$	15. $f(z) = \frac{1}{z^2}, z_0 = 2$
16. $f(z) = e^{z^2-4z+1}, z_0 = 2$	17. $f(z) = z \cdot e^{2z-z^2}, z_0 = 1$	18. $f(z) = \sin(z^2+4z), z_0 = -2$
19. $f(z) = \ln(5z+3), z_0 = 1$	20. $f(z) = \ln(z^2+6z+12), z_0 = -3$	

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию:

Рассмотреть примеры выполнения аналогичных заданий, приведенные в лекциях, в рекомендуемых источниках, в основной и дополнительной литературе. Подготовить вопросы преподавателю.

Основная литература

Письменный, Д. Т. Конспект лекций по высшей математике : полный курс / Д. Т. Письменный . - 10-е изд., испр. - М.: АЙРИС-ПРЕСС, 2011. - 608 с.

Дополнительная литература

Багинова, Т.Г. Математика. Теория функций комплексной переменной: методические указания/ Т.Г. Багинова, Р.С. Бекирова, К.Г. Саакян, - Братск: БрГУ, 2010. – 86 с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Каковы основные разложения
2. Какие формулы для области сходимости

**Практическое занятие 10.** Ряд Лорана. Классификация особых точек функции по виду ряда Лорана.

Цель: Провести классификацию особых точек по виду ряда Лорана

Задание: Установить характер особых точек

Порядок выполнения:

- 1) Найти нули функции.
- 2) Разложить в ряд Лорана

Форма отчетности: выполнить задание в тетради и показать преподавателю.

Задания для самостоятельной работы:

- 1) Найти нули функции и установить их порядок

$$\begin{array}{llll} 1. f(z) = \frac{1+z^4}{z^4} & 2. f(z) = \frac{(1+z^2)^3}{z^4} & 3. f(z) = \frac{2-e^z}{z^3} & 4. f(z) = \frac{\operatorname{arctg} z^2}{z^3-1} \\ 5. f(z) = \frac{(1+z^2)^2}{z^4} & 6. f(z) = \frac{(1+z^2)(1-2z)}{z^4+2} & 7. f(z) = \frac{(1+z^3)^2}{z^4} & 8. f(z) = \sin \frac{1}{z} \\ 9. f(z) = \frac{1-e^z}{z^4} & 10. f(z) = \frac{z^4}{z-\sin z} & 11. f(z) = e^{\frac{z}{1+z}} & 12. f(z) = \sin^2 \frac{1}{z} \\ 13. f(z) = \frac{1+e^z}{z^4} & 14. f(z) = \frac{z^2}{z+\sin z} & 15. f(z) = \frac{z^4}{z-\sin z} & 16. f(z) = \frac{1+e^z}{z^4+1} \\ 17. f(z) = e^{\frac{z}{1-z}} & 18. f(z) = \frac{\operatorname{arcsin} z^2}{z^4-1} & 19. f(z) = \frac{z^3}{z+\operatorname{tg} z} & 20. f(z) = \frac{(1-z^4)^2}{z^4} \end{array}$$

- 2) Найти особые точки функций, выяснить их характер и исследовать поведение функции на бесконечности.

$$\begin{array}{llll} 1. f(z) = \frac{1}{z-z^3} & 2. f(z) = \frac{z^4}{1+z^4} & 3. f(z) = \frac{z^5}{(1-z)^2} & 4. f(z) = \frac{1}{z(z^2+4)^2} \\ 5. f(z) = \frac{e^z}{1+z^2} & 6. f(z) = \frac{1}{e^z-1} - \frac{1}{z} & 7. f(z) = e^{\frac{z}{1-z}} & 8. f(z) = \frac{1-e^z}{1+e^z} \\ 9. f(z) = \frac{e^z}{z(1-e^{-z})} & 10. f(z) = e^{\frac{1}{z^2}} & 11. f(z) = e^{\frac{z}{1+z}} & 12. f(z) = \frac{1}{\sin z} \\ 13. f(z) = \frac{\cos z}{z^4} & 14. f(z) = \frac{1}{(z^2+i)^3} & 15. f(z) = \operatorname{tg}^2 z & 16. f(z) = e^{\frac{1}{z-3i}} \\ 17. f(z) = \frac{\sin z}{z^5} & 18. f(z) = \frac{1-\cos z}{z^2} & 19. f(z) = \frac{1}{e^z-3} & 20. f(z) = \frac{3z^5-5z+2}{z^2+z-4} \end{array}$$

3) Найти все разложения функций в ряды Лорана по степеням  $z - z_0$  и установить области сходимости полученных разложений.

1.  $\frac{1}{z^2(z-1)}$ ,  $z_0 = 1$
2.  $\frac{1}{z(z-2)^2}$ ,  $z_0 = 2$
3.  $\frac{1}{z^2(z-1)}$ ,  $z_0 = 0$
4.  $\frac{z}{(z^2+1)^2}$ ,  $z_0 = -i$
5.  $\frac{1}{z^2(z-1)}$ ,  $z_0 = 0$
6.  $\frac{1}{z(z^2+1)}$ ,  $z_0 = 0$
7.  $\frac{1}{z(z-2)^2}$ ,  $z_0 = 0$
8.  $\frac{1}{(z^2-4)^2}$ ,  $z_0 = 0$
9.  $\frac{1}{(z+2)(z-1)}$ ,  $z_0 = -2$
10.  $\frac{2z+3}{z^2+3z+2}$ ,  $z_0 = -1$
11.  $\frac{1}{(z^2-4)^2}$ ,  $z_0 = 2$
12.  $\frac{2}{z(z-2)^2}$ ,  $z_0 = 0$
13.  $\frac{1}{(z+2)(z-1)}$ ,  $z_0 = 1$
14.  $\frac{z}{(z^2+1)^2}$ ,  $z_0 = 0$
15.  $\frac{z}{(z^2-1)^2}$ ,  $z_0 = 0$
16.  $\frac{2}{z(z^2+1)}$ ,  $z_0 = i$
17.  $\frac{z}{(z^2+1)^2}$ ,  $z_0 = i$
18.  $\frac{1}{z(z^2+1)}$ ,  $z_0 = -i$
19.  $\frac{2z+3}{z^2+3z+2}$ ,  $z_0 = 0$
20.  $\frac{1}{(z+2)(z-1)}$ ,  $z_0 = 0$

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию:

Рассмотреть примеры выполнения аналогичных заданий, приведенные в лекциях, в рекомендуемых источниках, в основной и дополнительной литературе. Подготовить вопросы преподавателю.

#### Основная литература

Письменный, Д. Т. Конспект лекций по высшей математике : полный курс / Д. Т. Письменный . - 10-е изд., испр. - М.: АЙРИС-ПРЕСС, 2011. - 608 с.

#### Дополнительная литература

Багинова, Т.Г. Математика. Теория функций комплексной переменной: методические указания/ Т.Г. Багинова, Р.С. Бекирова, К.Г. Саакян, - Братск: БрГУ, 2010. – 86 с.

#### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Каковы основные разложения
2. Какие формулы для области сходимости

**Практическое занятие 11.** Вычет функции. Нахождение вычета в полюсе функции и в существенно особой точке. Основная теорема о вычетах. Вторая теорема о вычетах.

Цель: Рассмотреть первую и вторую теорему о вычетах

Задание: Найти все вычеты функции

Порядок выполнения:

- 1) Найти вычет по формуле
- 2) Разложить в ряд Лорана и найти вычет

Форма отчетности: выполнить задание в тетради и показать преподавателю.

Задания для самостоятельной работы:

1) Найти вычеты функций относительно каждого из ее конечных полюсов

1.  $\frac{z^2+1}{(z-2)^2(z+3)}$
2.  $\frac{z^2}{(z^2+1)^2}$
3.  $\frac{\sin 2z}{(z+1)^4}$
4.  $\frac{e^z}{(z+1)(z-2)^2}$
5.  $\frac{z^2+z-1}{z^2(z-1)}$
6.  $\operatorname{ctg}^2 z$
7.  $\frac{1}{z^2-z^5}$
8.  $\frac{\cos 4z}{(z-2)^5}$
9.  $\frac{\cos^3 2z}{z^2}$
10.  $\frac{1}{z^4+z^2}$
11.  $\frac{1}{z^2-z^5}$
12.  $\frac{z^2+3}{z^2+1}$
13.  $\frac{\cos 2z}{z^2}$
14.  $\frac{1}{z^4+z^2}$
15.  $\frac{z^4+z}{z^6-1}$
16.  $z \cdot \cos^2 \frac{\pi}{z}$
17.  $\frac{z^2}{z-1} \cdot \sin \frac{1}{z}$
18.  $z \cdot \cos^2 \frac{\pi}{z^3}$

2) Используя теоремы о вычетах, вычислить интегралы.

1.  $\int_C \frac{dz}{z^4+1}$   $C = \{z \mid |z-1|=1\}$
2.  $\int_C \frac{dz}{z^4+1}$   $C = \{z \mid |z+1|=1\}$

3.  $\int_C \frac{dz}{z(z^4-1)}$   $C = \{z \mid |z-1|=1,5\}$  4.  $\int_C \frac{dz}{z^8+1}$   $C = \{z \mid |z|=2\}$
5.  $\int_C \frac{dz}{(z+1)(z-2)}$   $C = \{z \mid |z+i|=2\}$  6.  $\int_C \frac{dz}{(z^9+1)(z-2)}$   $C = \{z \mid |z-2|=0,5\}$
7.  $\int_C \frac{dz}{(z^7-1)(z-2)^2}$   $C = \{z \mid |z-2|=0,5\}$  8.  $\int_C \frac{dz}{z^5+1}$   $C = \{z \mid |z-1|=1\}$
9.  $\int_C \frac{e^z dz}{(z-2)(z^4+1)}$   $C = \{z \mid |z-2|=0,5\}$  10.  $\int_C \frac{dz}{z(z^8+1)}$   $C = \{z \mid |z|=2\}$
11.  $\int_C \frac{\sin z dz}{z^2+9}$   $C = \{z \mid |z|=4\}$  12.  $\int_C \sin \frac{1}{z^3} dz$   $C = \{z \mid |z|=2\}$
13.  $\int_C \frac{1}{z^2} e^{\frac{2}{z-4}} dz$   $C = \{z \mid |z|=5\}$  14.  $\int_C \frac{dz}{(z+1)^2(z-2)}$   $C = \{z \mid |z-i|=2\}$
15.  $\int_C \frac{z+1}{e^z+1}$   $C = \{z \mid |z|=4\}$  16.  $\int_C \frac{tgz dz}{z^2+4}$   $C = \{z \mid |z+i|=5\}$
17.  $\int_C \frac{\cos z dz}{(z^2+9)^2}$   $C = \{z \mid |z+3i|=1\}$  18.  $\int_C \frac{dz}{z(z^6-1)}$   $C = \{z \mid |z|=2\}$
19.  $\int_C \frac{1}{z} \cdot e^{\frac{2}{z+4}} dz$   $C = \{z \mid |z|=5\}$  20.  $\int_C \frac{dz}{z^5+32}$   $C = \{z \mid |z|=3\}$

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию:

Рассмотреть примеры выполнения аналогичных заданий, приведенные в лекциях, в рекомендуемых источниках, в основной и дополнительной литературе. Подготовить вопросы преподавателю.

#### Основная литература

Письменный, Д. Т. Конспект лекций по высшей математике : полный курс / Д. Т. Письменный . - 10-е изд., испр. - М.: АЙРИС-ПРЕСС, 2011. - 608 с.

#### Дополнительная литература

Багинова, Т.Г. Математика. Теория функций комплексной переменной: методические указания/ Т.Г. Багинова, Р.С. Бекирова, К.Г. Саакян, - Братск: БрГУ, 2010. – 86 с.

#### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Каковы основные разложения
2. Какие формулы для области сходимости

**Практическое занятие 12.** Вычисление определенных интегралов с помощью теоремы о вычетах. Вычисление определенных интегралов с помощью комплексной замены.

Цель: Рассмотреть применение вычетов

Задание: Вычислить определенные интегралы

Порядок выполнения: 1) Вычислить с помощью теоремы о вычетах. 2) Вычислить с помощью замены.

Форма отчетности: выполнить задание в тетради и показать преподавателю.

Задания для самостоятельной работы: 1) Вычислить интегралы

1.  $\int_{-\infty}^{\infty} \frac{dx}{(x^2+1)^3}$
2.  $\int_{-\infty}^{\infty} \frac{dx}{1+x^6}$
3.  $\int_{-\infty}^{\infty} \frac{dx}{(x^2+2x+2)^2}$
4.  $\int_{-\infty}^{\infty} \frac{\cos x dx}{x^2+9}$
5.  $\int_{-\infty}^{\infty} \frac{x^2 \cos x dx}{(x^2+1)^2}$
6.  $\int_{-\infty}^{\infty} \frac{x^3 \sin x dx}{(x^2+1)^2}$
7.  $\int_{-\infty}^{\infty} \frac{\cos 2x - \cos 3x}{x^2} dx$
8.  $\int_{-\infty}^{\infty} \frac{dx}{2+x^6}$
9.  $\int_{-\infty}^{\infty} \frac{x^3 \cos x dx}{(x^2+1)^2}$
10.  $\int_{-\infty}^{\infty} \frac{\cos x dx}{x^2+25}$
11.  $\int_{-\infty}^{\infty} \frac{dx}{(x^2+4)^4}$
12.  $\int_{-\infty}^{\infty} \frac{dx}{(x^2+2x+4)^2}$



$$13. \int_{-\infty}^{\infty} \frac{x^2 \cos x dx}{(x^2 + 4)^2} \quad 14. \int_{-\infty}^{\infty} \frac{x^3 \sin x dx}{(x^2 + 4)^2} \quad 15. \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\cos 6x - \cos 3x}{x^2} dx \quad 16. \int_{-\infty}^{\infty} \frac{dx}{5 + x^7}$$

$$17. \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\cos 4x - \cos 3x}{x^2} dx \quad 18. \int_{-\infty}^{\infty} \frac{dx}{(x^2 + 4)^5} \quad 19. \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\cos x dx}{x^2 + 16} \quad 20. \int_{-\infty}^{\infty} \frac{x^3 \cos x dx}{(x^2 - 1)^2}$$

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию:

Рассмотреть примеры выполнения аналогичных заданий, приведенные в лекциях, в рекомендуемых источниках, в основной и дополнительной литературе. Подготовить вопросы преподавателю.

Основная литература

Письменный, Д. Т. Конспект лекций по высшей математике : полный курс / Д. Т. Письменный . - 10-е изд., испр. - М.: АЙРИС-ПРЕСС, 2011. - 608 с.

Дополнительная литература

Багинова, Т.Г. Математика. Теория функций комплексной переменной: методические указания/ Т.Г. Багинова, Р.С. Бекирова, К.Г. Саакян, - Братск: БрГУ, 2010. – 86 с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Каковы основные теоремы о вычетах
2. Какие приемы вычисления

## 9.2. Методические указания по выполнению контрольной работы

Контрольные работы представляют собой способ проверки знаний студента, его умений и предполагают письменные ответы на поставленные вопросы, либо самостоятельное выполнение практических заданий. Подготовка к контрольным работам состоит в ответственном выполнении всех домашних заданий по дисциплине и самостоятельной проработке основной и дополнительной литературы, а так же рекомендуемых источников.

Наиболее продуктивной является самостоятельная работа в библиотеке, где доступны основные и дополнительные печатные и электронные источники.

При выполнении приведенных выше рекомендаций подготовка к зачету и экзамену сведется к повторению изученного и совершенствованию навыков применения теоретических положений и различных методов решения к стандартным и нестандартным заданиям.

## 10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

- Microsoft Imagine Premium
- ОС Windows 7 Professional
- Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level
- Kaspersky Security

## 11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

<i>Вид занятия (Лк, ПЗ, СР)</i>	<i>Наименование аудитории</i>	<i>Перечень основного оборудования</i>	<i>№ Лк, ПЗ</i>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Лк	Лекционная аудитория	-	№№ 1-12
ПЗ	Лекционная аудитория	-	№№ 1-12
кр	Лекционная аудитория	-	
СР	ЧЗ №1	оборудование 10-ПК i5-2500/Н67/4Gb (монитор TFT19 Samsung); принтер HP LaserJet P2055D	-

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ  
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**1. Описание фонда оценочных средств (паспорт)**

№ компетенции	Элемент компетенции	Раздел	Тема	ФОС
<b>ОПК-1</b>	способностью использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой	<b>1. Комплексные числа и множества на комплексной плоскости.</b>	1.1. Понятие о комплексных числах. Формы записи комплексного числа. Изображение комплексных чисел. Модуль и аргумент.	Экзаменационный вопрос 1.1
			1.2. Действия с комплексными числами. Извлечение корня из комплексного числа. Множества на комплексной плоскости.	Экзаменационный вопрос 1.2
		<b>2. Функции комплексного переменного</b>	2.1. Действительная и мнимая части функции комплексного переменного.	Экзаменационный вопрос 2.1.
			2.2. Определения основных функций комплексного переменного.	Экзаменационный вопрос 2.2.
			2.3. Условия Коши-Римана. Аналитические функции. Восстановление аналитической функции по ее мнимой или действительной части. Гармонические функции.	Экзаменационный вопрос 2.3.
			2.4. Геометрический смысл модуля и аргумента производной аналитической функции. Конформные отображения.	Экзаменационный вопрос 2.4.
		<b>3. Интеграл от функции комплексной переменной</b>	3.1. Определение интеграла от комплексной переменной. Независимость интеграла от аналитической функции от пути интегрирования.	Экзаменационный вопрос 3.1.
			3.2. Теорема Коши. Интегральная формула Коши. Интегральная формула Коши для многосвязной области.	Экзаменационный вопрос 3.2.
		<b>4. Ряды Тейлора. Ряды Лорана</b>	4.1. Ряд Тейлора. Основные разложения в степенной ряд.	Экзаменационный вопрос 4.1.
			4.2. Ряд Лорана. Классификация особых точек функции по виду ряда Лорана.	Экзаменационный вопрос 4.2.
		<b>5. Вычеты. Основная теорема о вычетах</b>	5.1. Вычет функции. Нахождение вычета в полюсе функции и в существенно особой точке. Основная теорема о вычетах. Вторая теорема о вычетах.	Экзаменационный вопрос 5.1.
			5.2. Вычисление определенных интегралов с помощью теоремы о вычетах. Вычисление определенных интегралов с помощью комплексной замены.	Экзаменационный вопрос 5.2.
<b>ОПК-2</b>	способностью приобретать новые научные и профессиональные знания, используя современные образовательные и информационные технологии			
<b>ПК-2</b>	способностью понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат			

## 2. Экзаменационные вопросы

№ п/п	Компетенции		ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ	№ и наименование раздела
	Код	Определение		
1	2	3	4	5
1.	ОПК-1	способностью использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой	1.1. Понятие о комплексных числах. Формы записи комплексного числа. Изображение комплексных чисел. Модуль и аргумент.	1. Комплексные числа и множества на комплексной плоскости
			1.2. Действия с комплексными числами. Извлечение корня из комплексного числа. Множества на комплексной плоскости.	
			2.1. Действительная и мнимая части функции комплексного переменного.	2. Функции комплексного переменного
			2.2. Определения основных функций комплексного переменного.	
2.	ОПК-2	способностью приобретать новые научные и профессиональные знания, используя современные образовательные и информационные технологии	2.3. Условия Коши-Римана. Аналитические функции. Восстановление аналитической функции по ее мнимой или действительной части. Гармонические функции.	3. Интеграл от функции комплексной переменной
			2.4. Геометрический смысл модуля и аргумента производной аналитической функции. Конформные отображения.	
			3.1. Определение интеграла от комплексной переменной. Независимость интеграла от аналитической функции от пути интегрирования.	
3.	ПК-2	способностью понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат	3.2. Теорема Коши. Интегральная формула Коши. Интегральная формула Коши для многосвязной области.	4. Ряды Тейлора. Ряды Лорана
			4.1. Ряд Тейлора. Основные разложения в степенной ряд.	
			4.2. Ряд Лорана. Классификация особых точек функции по виду ряда Лорана.	
			5.1. Вычет функции. Нахождение вычета в полюсе функции и в существенно особой точке. Основная теорема о вычетах. Вторая теорема о вычетах.	5. Вычеты. Основная теорема о вычетах
			5.2. Вычисление определенных интегралов с помощью теоремы о вычетах. Вычисление определенных интегралов с помощью комплексной замены.	

### 3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Показатели	Оценка	Критерии
<p><b>Знать</b> (ОПК-1)</p> <p>- виды и специфику источников достоверной математической информации, (учебники, учебные пособия, конспекты лекций, интернет, научные статьи).</p> <p>(ОПК-2)</p> <p>- способы поиска, интерпретации, представления в требуемом виде научной математической информации, использовать при этом современные образовательные и информационные технологии.</p> <p>(ПК-2)</p> <p>- основные математические понятия и методы исследования, особенности их применимости в разных научных областях, специфику математических символов.</p> <p><b>Уметь</b> (ОПК-1)</p> <p>- на основе найденной информации выбирать оптимальный способ решения математической проблемы или задачи; анализировать полученные результаты и делать на их основе выводы.</p> <p>(ОПК-2)</p> <p>- осуществлять целенаправленный поиск математической информации; использовать различные источники информации в своей работе; проводить аналитические обзоры информации: структурировать, минимизировать, выделять главное, устанавливать связи между элементами.</p> <p>(ПК-2)</p> <p>- грамотно применять основные математические символы, понятия и методы исследования.</p> <p><b>Владеть</b> (ОПК-1)</p> <p>- техниками выполнения расчетов и вычислений, навыками математической обработки результатов измерений и вычислений, представления результатов в требуемом виде.</p> <p>(ОПК-2)</p> <p>- приемами визуализации информации: представление в виде графиков, схем, таблиц.</p> <p>(ПК-2)</p> <p>- навыками решения задач из разных областей математики.</p> <p>- навыками использования измерительных и вычислительных устройств, информационных технологий для выполнения расчетов, вычислений, составления и оформления результатов решения задач.</p>	<p><b>Отлично</b></p>	<p>Свободно и уверенно находит достоверные источники информации, оперирует предоставленной информацией, отлично владеет навыками анализа и синтеза информации, знает все основные методы решения проблем, предусмотренные учебной программой, знает типичные ошибки и возможные сложности при решении той или иной проблемы и способен выбрать и эффективно применить адекватный метод решения конкретной проблемы или учебной задачи. Демонстрирует на высоком уровне навыки выполнения расчетов и вычислений. Грамотно использует при этом возможности вычислительных устройств и информационных технологий.</p>
	<p><b>Хорошо</b></p>	<p>В большинстве случаев способен выявить достоверные источники информации, обработать, анализировать и синтезировать предложенную информацию, выбрать метод решения проблемы и решить ее. Допускает единичные серьезные ошибки в решении проблем, испытывает сложности в редко встречающихся или сложных случаях решения проблем, не знает типичных ошибок и возможных сложностей при решении той или иной проблемы. Демонстрирует на достаточном уровне навыки выполнения расчетов и вычислений. Изредка использует при этом возможности вычислительных устройств и информационных технологий.</p>
	<p><b>Удовлетворительно</b></p>	<p>Допускает ошибки в определении достоверности источников информации. Демонстрирует на низком уровне способность применять теоретические знания к конкретному фактическому материалу. В отдельных случаях способен правильно решать только типичные, наиболее часто встречающиеся проблемы, задачи в конкретной области. Демонстрирует на низком уровне навыки выполнения расчетов и вычислений.</p>
	<p><b>Неудовлетворительно</b></p>	<p>Неспособен осуществлять поиск необходимой информации, обрабатывать информацию, не имеет навыков анализа и синтеза, не знает методов решения проблем, задач, не может решать проблемы, задачи. Не владеет техникой вычислений.</p>

#### **4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности**

Дисциплина Комплексный анализ направлена на углубление знаний обучающихся о месте и роли математики в современном мире, мировой культуре и истории; на получение теоретических знаний и практических навыков применения системы фундаментальных математических знаний для идентификации, формулирования и решения проблем в профессиональной сфере, а также осуществления поиска, хранения, обработки и анализа информации из различных источников и представления ее в соответствующем виде и для их дальнейшего использования в практической деятельности.

Изучение дисциплины Комплексный анализ предусматривает:

- лекции,
- практические занятия;
- контрольные работы;
- экзамен;
- самостоятельную работу студента.

В ходе освоения раздела 1 «Комплексные числа и множества на комплексной плоскости» студенты должны уяснить идеи действий над комплексными числами и применения комплексной плоскости.

В ходе освоения раздела 2 «Функции комплексного переменного» студенты осваивают основные приемы и методы анализа функций.

В ходе освоения раздела 3 «Интеграл от функции комплексной переменной» студенты осваивают понятие интегрирования для функций комплексной переменной.

В ходе освоения раздела 4 «Ряды Тейлора. Ряды Лорана» студенты осваивают Разложение в ряд для функций комплексной переменной.

В ходе освоения раздела 5 «Вычеты. Основная теорема о вычетах» студенты углубляют полученные ранее знания об интегрировании функций комплексной переменной.

Студентам необходимо овладеть навыками и умениями применения изученных методов для разработки и реализации профессионально ориентированных проектов в последующей учебной деятельности.

В процессе изучения дисциплины рекомендуется на первом этапе обратить внимание на специфику математических текстов и умение выбирать методы решения различных задач.

Овладение ключевыми понятиями является основой усвоения учебного материала по дисциплине.

При подготовке к экзамену особое внимание необходимо уделить рекомендациям и замечаниям преподавателей, ведущих аудиторные занятия по дисциплине

В процессе проведения практических занятий происходит закрепление знаний, формирование умений и навыков применения различных методов решения стандартных математических ситуаций.

Самостоятельную работу необходимо начинать с чтения лекций и учебников.

В процессе консультации с преподавателем обучающийся выясняет наличие пробелов в знаниях и способах решения разных ситуаций.

Работа с литературой является важнейшим элементом в получении знаний по дисциплине. Прежде всего, необходимо воспользоваться списком рекомендуемой по данной дисциплине литературой. Дополнительные сведения по изучаемым темам можно найти в периодической печати и Интернете.

Предусмотрено проведение аудиторных занятий в виде разнообразных тренингов и ситуаций общения в сочетании с внеаудиторной работой.

## **АННОТАЦИЯ**

### **рабочей программы дисциплины**

#### **Комплексный анализ**

#### **1. Цель и задачи дисциплины**

Целью изучения дисциплины является: знакомство обучающихся с местом и ролью математики в современном мире, мировой культуре и истории; формирование личности обучающихся, развитие их интеллекта и способностей к логическому и алгоритмическому мышлению.

Обучение основным математическим методам преследует цель развития способностей применять систему фундаментальных математических знаний для идентификации, формулирования и решения технологических проблем в области профессиональной деятельности, а также осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и представлять ее в соответствующем виде

Задачи дисциплины состоят в том, чтобы на примерах математических понятий и методов продемонстрировать обучающимся действие законов материального мира, сущность научного подхода, специфику математики и ее роль в научно-техническом прогрессе, а также создать фундамент математического образования, необходимый для развития профессиональных компетенций и для изучения последующих дисциплин.

#### **2. Структура дисциплины**

2.1 Распределение трудоемкости по отдельным видам учебных занятий, включая самостоятельную работу: Лк.-34 час., ПЗ-34 час.; СР-31 час.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 144 часа, 4 зачетных единиц

2.2 Основные разделы дисциплины:

- 1 Комплексные числа и множества на комплексной плоскости
- 2 Функции комплексного переменного
- 3 Интеграл от функции комплексной переменной
- 4 Ряды Тейлора. Ряды Лорана
- 5 Вычеты. Основная теорема о вычетах

#### **3. Планируемые результаты обучения (перечень компетенций)**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-1 – способностью использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой.

ОПК-2 - способностью приобретать новые научные и профессиональные знания, используя современные образовательные и информационные технологии.

ПК-2 - способностью понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат.

#### **4. Виды промежуточной аттестации: экзамен.**

*Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе  
на 201\_\_ - 201\_\_ учебный год*

1. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие дополнения:

---

---

2. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие изменения:

---

---

---

Протокол заседания кафедры \_\_\_\_\_ №\_\_ от «\_\_» о \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.,  
*(разработчик)*

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

*(подпись)*

\_\_\_\_\_

*(Ф.И.О.)*

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО  
КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**1. Описание фонда оценочных средств (паспорт)**

№ компетенции	Элемент компетенции	Раздел	Тема	ФОС
<b>ОПК-1</b>	способностью использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой	<b>1. Комплексные числа и множества на комплексной плоскости.</b>	1.1. Понятие о комплексных числах. Формы записи комплексного числа. Изображение комплексных чисел. Модуль и аргумент.	Тест
			1.2. Действия с комплексными числами. Извлечение корня из комплексного числа. Множества на комплексной плоскости.	Тест Контрольная работа
		<b>2. Функции комплексного переменного</b>	2.1. Действительная и мнимая части функции комплексного переменного.	Тест Контрольная работа
			2.2. Определения основных функций комплексного переменного.	Тест
			2.3. Условия Коши-Римана. Аналитические функции. Восстановление аналитической функции по ее мнимой или действительной части. Гармонические функции.	Тест
			2.4. Геометрический смысл модуля и аргумента производной аналитической функции. Конформные отображения.	Тест Контрольная работа
		<b>3. Интеграл от функции комплексной переменной</b>	3.1. Определение интеграла от комплексной переменной. Независимость интеграла от аналитической функции от пути интегрирования.	Тест
			3.2. Теорема Коши. Интегральная формула Коши. Интегральная формула Коши для многосвязной области.	Тест
		<b>4. Ряды Тейлора. Ряды Лорана</b>	4.1. Ряд Тейлора. Основные разложения в степенной ряд.	Тест Контрольная работа
			4.2. Ряд Лорана. Классификация особых точек функции по виду ряда Лорана.	Тест
		<b>5. Вычеты. Основная теорема о вычетах</b>	5.1. Вычет функции. Нахождение вычета в полюсе функции и в существенно особой точке. Основная теорема о вычетах. Вторая теорема о вычетах.	Тест
			5.2. Вычисление определенных интегралов с помощью теоремы о вычетах. Вычисление определенных интегралов с помощью комплексной замены.	Тест
<b>ОПК-2</b>	способностью приобретать новые научные и профессиональные знания, используя современные образовательные и информационные технологии			
<b>ПК-2</b>	способностью понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат			



## 2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Так как текущий контроль проводится в форме тестирования и предназначен для проверки знаний самими обучающимися, тест может быть зачтен или не зачтен. В дальнейшем студенты могут повторить попытки выполнить тест по той теме, где были обнаружены пробелы в его знаниях.

Показатели	Оценка	Критерии
<p><b>Знать</b> (ОПК-1) - виды и специфику источников достоверной математической информации, (учебники, учебные пособия, конспекты лекций, интернет, научные статьи). (ОПК-2) - способы поиска, интерпретации, представления в требуемом виде научной математической информации, использовать при этом современные образовательные и информационные технологии. (ПК-2) - основные математические понятия и методы исследования, особенности их применимости в разных научных областях, специфику математических символов.</p>	<b>Зачтено</b>	Демонстрирует более половины показателей на достаточном и высоком уровне
<p><b>Уметь</b> (ОПК-1) - на основе найденной информации выбирать оптимальный способ решения математической проблемы или задачи; анализировать полученные результаты и делать на их основе выводы. (ОПК-2) - осуществлять целенаправленный поиск математической информации; использовать различные источники информации в своей работе; проводить аналитические обзоры информации: структурировать, минимизировать, выделять главное, устанавливать связи между элементами. (ПК-2) - грамотно применять основные математические символы, понятия и методы исследования.</p> <p><b>Владеть</b> (ОПК-1) - техниками выполнения расчетов и вычислений, навыками математической обработки результатов измерений и вычислений, представления результатов в требуемом виде. (ОПК-2) - приемами визуализации информации: представление в виде графиков, схем, таблиц. (ПК-2) - навыками решения задач из разных областей математики. - навыками использования измерительных и вычислительных устройств, информационных технологий для выполнения расчетов, вычислений, составления и оформления результатов решения задач.</p>		

# Фонд тестовых заданий

по дисциплине

Б1.Б.08 Комплексный анализ

## ТЕМАТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ТЕСТОВ

№ раздела	Наименование раздела	№ задания	Тема задания
1.	Комплексные числа и множества на комплексной плоскости	1,2,4,20,21 3,19	Понятие о комплексных числах. Формы записи комплексного числа. Изображение комплексных чисел. Модуль и аргумент.
		7 9,10,29	Действия с комплексными числами. Извлечение корня из комплексного числа. Множества на комплексной плоскости.
2.	Функции комплексного переменного	5	Действительная и мнимая части функции комплексного переменного.
		6	Определения основных функций комплексного переменного.
		8	Условия Коши-Римана. Аналитические функции. Восстановление аналитической функции по ее мнимой или действительной части. Гармонические функции.
		24	Геометрический смысл модуля и аргумента производной аналитической функции. Конформные отображения.
3.	Интеграл от функции комплексной переменной	18	Определение интеграла от комплексной переменной. Независимость интеграла от аналитической функции от пути интегрирования.
		22	Теорема Коши. Интегральная формула Коши. Интегральная формула Коши для многосвязной области.
4.	Ряды Тейлора. Ряды Лорана	11,12,13,	Ряд Тейлора. Основные разложения в степенной ряд.
		14,16,17,25,26,27	Ряд Лорана. Классификация особых точек функции по виду ряда Лорана.
5.	Вычеты. Основная теорема о вычетах (Итоговый тест)	15,28	Вычет функции. Нахождение вычета в полюсе функции и в существенно особой точке. Основная теорема о вычетах. Вторая теорема о вычетах.
		23	Вычисление определенных интегралов с помощью теоремы о вычетах. Вычисление определенных интегралов с помощью комплексной замены.

### Тестовые задания

- В какой четверти находится точка, изображающая комплексное число  $z = -2 - 4i$   
1) в 1 четверти 2) в 2 четверти 3) в 3 четверти 4) в 4 четверти
- Найти модуль числа  $z = -3 + 5i$  1) 2 2) 8 3)  $\sqrt{34}$  4) 4
- Показательная форма записи числа  $z = -4$  имеет вид  
1)  $4e^{i\pi}$  2)  $-4e^{-i\pi}$  3)  $4e^{-\frac{i\pi}{2}}$  4)  $-4e^{-\frac{i\pi}{2}}$
- Найдите корни квадратного уравнения  $x^2 - 2x + 5 = 0$   
1) не существуют 2)  $1 \pm 2i$  3)  $-1 \pm 2i$
- Дана функция  $f(z) = \frac{1}{z-3}$ . Найти  $f(2+i)$  1)  $\frac{1+i}{2}$  2)  $-\frac{1-i}{2}$  3)  $\frac{1-i}{2}$  4)  $-\frac{1+i}{2}$
- Для функции  $f(z) = e^{2z}$  найти действительную и мнимую части

$$1) \begin{cases} u = \cos 2x \\ v = \sin 2y \end{cases} \quad 2) \begin{cases} u = e^{2x} \cos 2y \\ v = e^{2x} \sin 2y \end{cases} \quad 3) \begin{cases} u = e^{2x} \cos 2y \\ v = i e^{2x} \sin 2y \end{cases}$$

7. Укажите все значения корня  $\sqrt[3]{-1}$  1)  $-1$  2)  $-1, \frac{1}{2} \pm i \frac{\sqrt{3}}{2}$  3)  $1, -\frac{1}{2} \pm i \frac{\sqrt{3}}{2}$  4)  $\pm 1$

8. Укажите правильную формулу

1)  $\operatorname{Ln} z = \ln|z| + i \arg z$  2)  $\operatorname{Ln} z = \ln|z| + i(\arg z + 2k\pi)$  3)  $\operatorname{Ln} z = \ln z + i(\arg z + 2k\pi)$

9. Какую кривую задает уравнение  $|z-2|=25$  ?

- 1) окружность с центром в точке  $(2,0)$  радиуса 25
- 2) окружность с центром в точке  $(2,0)$  радиуса 5
- 3) окружность с центром в точке  $(-2,0)$  радиуса 25
- 4) окружность с центром в точке  $(-2,0)$  радиуса 5

10. Какое уравнение задает окружность с центром в точке  $z_0 = -4 + i$  радиуса 4 ?

1)  $|z-4+i|=16$  2)  $|z-4+i|=4$  3)  $|z+4-i|=16$  4)  $|z+4-i|=4$

11. Какой из рядов является разложением функции  $f(z)$  в ряд Тейлора в окрестности точки  $z_0$  ?

1)  $f(z) = \sum \frac{f^{(n)}(z_0)}{n!} \cdot (z-z_0)^n$  2)  $f(z) = \sum \frac{f^{(n)}(z_0)}{n!} \cdot z^n$  3)  $f(z) = \sum f^{(n)}(z_0) \cdot (z-z_0)^n$

12. Ряд  $\sum \frac{(z-1)^n}{n}$  сходится абсолютно

- 1) всюду
- 2) всюду расходится
- 3) при  $|z-1| \leq 1$
- 4) при  $|z-1| < 1$

13. Укажите разложение в ряд для функции  $f(z) = \sin z$

1)  $\sin z = z - \frac{z^3}{3!} + \frac{z^5}{5!} - \dots$  2)  $\sin z = 1 - \frac{z^2}{2!} + \frac{z^4}{4!} - \dots$  3)  $\sin z = z + \frac{z^3}{3!} + \frac{z^5}{5!} + \dots$

14. Укажите особые точки функции  $f(z) = \frac{z}{(z-2)^2} \cdot \cos \frac{1}{z+1}$

- 1)  $z = 2, z = -1$  устранимые особые точки
- 2)  $z = 2$  - полюс 2 порядка,  $z = 1$  - существенно особая точка
- 3)  $z = 2, z = -1$  существенно особые точки
- 4)  $z = 2$  - полюс 2 порядка,  $z = -1$  - существенно особая точка

15. Укажите формулу для вычисления вычета функции  $f(z)$  в точке  $z_0$ , если  $z_0$  - полюс первого порядка

1)  $\operatorname{Res} f(z_0) = \lim_{z \rightarrow z_0} (z-z_0) \cdot f(z)$  2)  $\operatorname{Res} f(z_0) = \frac{1}{2\pi i} \lim_{z \rightarrow z_0} (z-z_0) \cdot f(z)$   
3)  $\operatorname{Res} f(z_0) = 2\pi i \lim_{z \rightarrow z_0} (z-z_0) \cdot f(z)$

16. Если разложение в ряд Лорана функции  $f(z)$  в окрестности точки  $z_0 = 1$  имеет вид

$f(z) = -\frac{1}{(z-1)^2} + \frac{2}{z-1} + (z-1)^2 + \dots$ , то вычет этой функции в  $z_0 = 1$  равен  
1)  $-1$  2)  $0$  3)  $2$  4)  $-2$

17. Укажите окрестности точки  $z_0 = \infty$

1)  $|z| > 1$  2)  $|z| < 1$  3)  $|z-3i| > 4$  4)  $|z-1| < 1$

18.  $\int_{\gamma} \frac{z+2}{z+1} dz = 0$ , где  $\gamma: |z-3i|=1$  согласно
- 1) теореме Коши для многосвязной области
  - 2) теореме Коши для односвязной области
  - 3) так как подынтегральная функция не является аналитической
19. Записав число  $z=1+i$  в показательной форме, вычислить  $(1+i)^{20}$
- 1)  $-2^{10}$
  - 2)  $2^{-10}$
  - 3)  $2^{20}$
  - 4)  $2^{10}$
20. Найти значение аргумента числа  $z = -1 - \sqrt{3}i$
- 1)  $\arg z = \frac{\pi}{6}$
  - 2)  $\arg z = -\frac{2\pi}{3}$
  - 3)  $\arg z = \frac{2\pi}{3}$
  - 4)  $\arg z = \frac{\pi}{3}$
21. Найти число  $\frac{\bar{z}}{|z|}$ , если  $z = 3 + i\sqrt{2}$
- 1)  $\frac{3+i\sqrt{2}}{\sqrt{11}}$
  - 2)  $\frac{3-i\sqrt{2}}{\sqrt{11}}$
  - 3)  $\frac{3+i\sqrt{2}}{7}$
  - 4)  $\frac{3-i\sqrt{2}}{7}$
22. Область сходимости ряда Тейлора функции  $f(z) = \frac{2z}{z+3}$  в окрестности точки  $z_0 = 0$  имеет вид
- 1)  $|z| < 3$
  - 2)  $|z| < 1$
  - 3)  $2 < |z| < 3$
  - 4)  $|z| > 3$
23. Вычет функции  $f(z) = \frac{2z}{z+4}$  в особой точке равен
- 1) -6
  - 2) 6
  - 3) -8
  - 4) 0
24. Коэффициент растяжения в точке  $z_0 = 2i + 1$  при действии отображения  $f(z) = z^2$  равен
- 1)  $\sqrt{5}$
  - 2) 20
  - 3)  $\sqrt{20}$
  - 4) -2
25. Разложение в ряд Лорана функции  $f(z)$  в окрестности точки  $z_0 = 1$  имеет вид
- $$f(z) = \frac{1}{(z-1)^2} + (z-1) + 3(z-1)^2 + \dots$$
- Тогда точка  $z_0 = 1$  является
- 1) существенно особой точкой
  - 2) полюсом второго порядка
  - 3) устранимой особой точкой
  - 4) полюсом первого порядка
26. Разложение в ряд Лорана функции  $f(z)$  в окрестности точки  $z_0 = \infty$  имеет вид
- $$f(z) = -z^2 + z - 1 + \frac{1}{z} - \frac{1}{z^2} + \dots$$
- Тогда точка  $z_0 = \infty$  является
- 1) существенно особой точкой
  - 2) полюсом второго порядка
  - 3) устранимой особой точкой
  - 4) полюсом первого порядка
27. Если  $f(z) = \frac{z+2}{z^2(z-2)(z^2+1)}$ , то сколько можно получить разложений в ряд Лорана по степеням  $z$ ?
- 1) одно
  - 2) два
  - 3) три
  - 4) четыре
28. Если раскладывать в ряд Лорана функцию  $f(z) = \frac{z+2}{z^2(z-2)(z^2+1)}$  по степеням  $(z-2)$ , то полученные разложения сходятся в областях:
- 1)  $0 < |z-2| < 2$ ,  $2 < |z-2| < \sqrt{5}$ ,  $|z-2| > \sqrt{5}$
  - 2)  $0 < |z-2| < 2$ ,  $2 < |z-2| < \sqrt{3}$ ,  $|z-2| > \sqrt{3}$
  - 3)  $0 < |z-2| < 1$ ,  $1 < |z-2| < \sqrt{5}$ ,  $|z-2| > \sqrt{5}$
29. Укажите уравнение, задающее окружность с центром в точке  $z_0 = 1$  радиуса  $R = 3$
- 1)  $z = 3e^{i\varphi}$
  - 2)  $z = 3e^{i\varphi} - 1$
  - 3)  $z = 3e^{i\varphi} + 1$
  - 4)  $z = 9e^{i\varphi} - 1$
  - 5)  $z = 9e^{i\varphi} + 1$

Программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению 1.01.03.02 Прикладная математика и информатика от «12» марта 2015 г. № 228 и

для набора 2018 года: учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «12» марта 2018г. № 130.

**Программу составили:**

Т.Г. Багинова

доцент, кандидат технических наук \_\_\_\_\_

Н.В. Емельянова

старший преподаватель \_\_\_\_\_

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры МиФ

от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г., протокол № \_\_\_\_\_

И.о. заведующего кафедрой МиФ \_\_\_\_\_ О.И. Медведева

**СОГЛАСОВАНО:**

И.о. заведующего выпускающей кафедрой МиФ \_\_\_\_\_

О.И. Медведева

Директор библиотеки \_\_\_\_\_

Т.Ф.Сотник

Рабочая программа одобрена методической комиссией Естественного факультета

от «\_\_» \_\_\_\_\_ 201\_\_ г., протокол № \_\_\_\_\_

Председатель методической комиссии факультета \_\_\_\_\_

М.А. Варданян

**СОГЛАСОВАНО:**

Начальник

учебно-методического управления \_\_\_\_\_

Г.П.Нежевец

Регистрационный № \_\_\_\_\_

(методический отдел)