



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института  
И.Ю. Мезин  
29 октября 2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ**

Направление подготовки

01.03.02 *Прикладная математика и информатика*

Направленность (профиль) программы

*Математическое и информационное обеспечение экономической деятельности*

Уровень высшего образования – *бакалавриат*

Программа подготовки – *прикладной бакалавриат*

Форма обучения

*Очная*

Институт/ факультет

*Институт естествознания и стандартизации*

Кафедра

*Прикладной математики и информатики*

Курс

*2*

Семестр


*4*

Магнитогорск

2018 г.

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, утвержденного приказом МОиН РФ от 12.03.2015 № 228

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры *прикладной математики и информатики* «09» октября 2018 г., протокол № 2.

Зав. кафедрой  / С.И. Кадченко /  
(подпись) (И.О. Фамилия)

Рабочая программа одобрена методической комиссией *Института естествознания и стандартизации* «29» октября 2018 г., протокол № 2.


Председатель  / И.Ю. Мезин /  
(подпись) (И.О. Фамилия)

Рабочая программа составлена: доцентом кафедры прикладной математики и информатики, кандидатом педагогических наук, доцентом С.В. Акмановой

 / С.В. Акманова /  
(подпись) (И.О. Фамилия)

Рецензент:

Зав. кафедрой высшей математики МГТУ им. Г.И. Носова,  
кандидат физико-математических наук Е.А. Пузанкова

 / Е.А. Пузанкова /  
(подпись) (И.О. Фамилия)



## 1 Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Комплексный анализ» являются: овладение студентами необходимым уровнем общепрофессиональных компетенций, предполагающих формирование у них целостного научного представления о комплексном анализе и его приложениях, приобретение навыков решения ряда прикладных задач, соответствующих осуществлению деятельности по направлению «Прикладная математика и информатика».

## 2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы подготовки бакалавра (магистра, специалиста)

Дисциплина «Комплексный анализ» входит в базовую часть блока 1 образовательной программы 01.03.02 – «Прикладная математика и информатика».

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин: «Алгебра и геометрия», «Математический анализ», «Практикум по математическому анализу».

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы при изучении дисциплин: «Функциональный анализ», «Уравнение математической физики».

## 3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины «Комплексный анализ» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
<b>ОПК-1: способность использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой</b>	
Знать	– основные понятия теории комплексного анализа (функция комплексного переменного, предел, непрерывность, моногенность и голоморфность функции комплексного переменного, конформное отображение, $n$ -листная поверхность, интеграл, ряд Лорана, вычеты и др.); – основные факты и теоремы дисциплины; – формулировки и доказательства ряда теорем.
Уметь	– интерпретировать понятия и утверждения теории; – применять знания теории при решении различных задач дисциплины и некоторых её приложений; – корректно выражать и аргументированно обосновывать положения предметной области знания; – анализировать элементарную математику с позиций высшей математики.
Владеть	– методами и приемами решения основных задач дисциплины; – навыками работы с наиболее часто встречающимися объектами комплексного анализа; – возможностью междисциплинарного применения некоторых положений дисциплины; – профессиональным языком предметной области знания.

#### 4 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 69,8 акад. часов:
  - аудиторная – 68 акад. часов;
  - внеаудиторная – 1,8 акад. часов;
- самостоятельная работа – 38,2 акад. часов.

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
<b>1. Раздел</b>	<b>Комплексные числа. Функции комплексного переменного</b>							
1.1. Комплексные числа и их геометрическое истолкование на плоскости. Комплексная числовая сфера. Стереографическая проекция	4	3		3/1и	3	Подготовка к практическому занятию	Проверка конспектов. Контрольная работа	ОПК-1
1.2. Кривые и области на комплексной плоскости	4	3		2/1и	2	Работа с электронными тестовыми средствами	Проверка интернет-теста, выполненного в домашних условиях	ОПК-1
1.3. Функции комплексного переменного и их геометрическое истолкование. Предел, непрерывность.	4	3		3/2и	3	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы	Проверка конспектов. Письменный опрос, обсуждение	ОПК-1
1.4. Понятие производной. Условия дифференцируемости. Аналитические функции. Конформное отображение.	4	3		3	3	Подготовка к практическому занятию	Контрольная работа	ОПК-1
1.5. Дробно-линейные, показательные, степенные, тригонометрические функции	4	3		3/2и	3	Поиск дополнительной информации по заданной теме	Проверка индивидуальных заданий	ОПК-1

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
1.6. Обратные функции для степенной и показательной функций. Логарифм комплексного числа.	4	3		3	3	Поиск дополнительной информации по заданной теме	Проверка индивидуальных заданий	ОПК-1
<b>Итого по разделу</b>	<b>4</b>	<b>18</b>		<b>17/6и</b>	<b>17</b>		<b>Итоговая контрольная работа №1</b>	
<b>2. Раздел</b>	<b>Интеграл в комплексной области. Числовые и степенные ряды.</b>							
2.1. Комплексные интегралы. Интегральная формула Коши.	4	3		3/1и	3	Подготовка к практическому занятию	Тестирование	ОПК-1
2.2. Числовые ряды. Степенные ряды. Разложение функций в ряд Тейлора.	4	3		3/2и	3	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы	Проверка конспектов. Письменный опрос, обсуждение	ОПК-1
2.3. Теорема единственности. Аналитическое продолжение функций.	4	2		2/1и	3	Поиск дополнительной информации по заданной теме	Устный опрос, проверка конспектов	ОПК-1
<b>Итого по разделу</b>	<b>4</b>	<b>8</b>		<b>8/4и</b>	<b>9</b>		<b>Итоговая контрольная работа №2</b>	
<b>3. Раздел</b>	<b>Ряды Лорана. Особые точки аналитических функций. Вычеты и их приложения.</b>							
3.1. Обобщённый степенной ряд. Ряд Лорана.	4	2		3/2и	4,2	Работа с электронными тестовыми средствами	Проверка интернет-теста, выполненного в домашних условиях	ОПК-1
3.2. Особые точки аналитических функций. Поведение аналитической функции в окрестности особой точки и на бесконечности	4	3		3	4	Выполнение тренировочных комплексов	Обсуждение, письменный опрос	ОПК-1

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
3.3. Вычеты и их приложения	4	3		3/2и	4	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы	Контрольная работа	ОПК-1
<b>Итого по разделу</b>	<b>4</b>	<b>8</b>		<b>9/4и</b>	<b>12,2</b>		<b>Итоговая контрольная работа №3</b>	
<b>Итого за семестр</b>	<b>4</b>	<b>34</b>		<b>34/14и</b>	<b>38,2</b>		<b>Промежуточная аттестация (зачет)</b>	
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>4</b>	<b>34</b>		<b>34/14и</b>	<b>38,2</b>			

## 5 Образовательные и информационные технологии

5.1. С целью успешного усвоения дисциплины «Комплексный анализ» и формирования требуемых компетенций предполагается применение различных образовательных технологий (личностно-ориентированные и развивающие), которые обеспечивают достижение планируемых результатов образования согласно основной образовательной программе. В их числе: дифференцированный подход, проблемное обучение, эвристическое обучение, использование системы «Интернет-тренажеры» в сфере образования» и др. Интернет-тренажеры могут быть полезны для самообучения, самоконтроля студентов при подготовке их к промежуточным и итоговым аттестациям и позволяют применять дистанционные технологии обучения.

5.2. Основными формами занятий являются лекции, практические занятия, контрольно-оценочные занятия, консультации. Лекции строятся на основе сочетания информационной и проблемной составляющих, а также элементов беседы и визуализации.

В ходе проведения лекционных занятий предусматривается:

- обсуждение задач, приводящих к тем или иным математическим понятиям;
- изложение теоретического материала в режиме диалога с целью развития критического мышления студентов и привития им исследовательских умений;
- обсуждение и систематизация теоретических вопросов темы с целью лучшего понимания их взаимосвязи и практического применения.

Практические занятия по данной дисциплине направлены на привитие прочных навыков решения задач по каждой теме и сочетают применение методов обучения в сотрудничестве, дифференцированный подход, классические контрольные и тестовые технологии. При этом предполагается проведение некоторых таких занятий в интерактивной форме (деловые и ролевые игры, разбор конкретных ситуаций).

Выбирая ту или иную технологию работы со студентами, необходимо иметь в виду, что наибольшего эффекта от ее применения можно достичь, если учитывать :

- а) цели образования, на реализацию которых должна быть направлена избираемая технология;
- б) содержание материала, которое предстоит передать обучающимся с ее помощью;
- в) условия, в которых она будет использоваться;
- г) направленность её на самообразование и медиаобразование студентов.

## 6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

По дисциплине «Комплексный анализ» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает решение контрольных задач на практических занятиях.

### *Примерные аудиторные контрольные работы (АКР):*

#### *АКР №1 «Комплексные числа и операции над ними»*

1. Записать в тригонометрической и показательной формах числа:  
а)  $z = 1 - i\sqrt{3}$ ;      б)  $z = -\frac{\sqrt{2}}{2} + i\frac{\sqrt{2}}{2}$ ;      в)  $z = -2 - 2\sqrt{3}i$ .
2. Выполнить указанные операции над числами в алгебраической форме:  
 $z_1 = 2 - 5i$ ,  $z_2 = 4 + 2i$ . Найти  $z_1 + z_2$ ,  $z_1 - z_2$ ;  $z_1 \cdot z_2$ ;  $\frac{z_1}{z_2}$ .
3. Найти главное значение аргумента числа (угол  $\varphi$ ):  
а)  $\arg(-10)$ ;    б)  $\arg(7i)$ ;    в)  $\arg 5$ ;    г)  $\arg(-3-4i)$ .



4.  $z_1 = -\frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{1}{2}i$ ;  $z_2 = -1 - i$ . Перевести их в тригонометрическую форму и выполнить операции:

а)  $z_1 \cdot z_2$ ; б)  $\frac{z_1}{z_2}$ ; в)  $z_1^3$ ; г)  $\sqrt[3]{z_1}$ ; д)  $\sqrt[4]{z_2}$ .

5. Найти с помощью формулы Эйлера :

а)  $e^{\frac{\pi i}{6}}$ ; б)  $e^{\frac{\pi i}{2}}$ ; в)  $e^{\frac{3\pi i}{2}}$ ; г)  $e^{\pi i}$ .

**АКР №2 «Функции комплексного переменного и их геометрическое истолкование. Предел, непрерывность»**

1. Выделить действительную и мнимую части функции:

а)  $w = z^2 + 3iz - 2$ ; б)  $w = \overline{z^2} + |z|^2$ .

2. Найти образ прямой  $x=4$  при отображении  $w = \frac{1}{z}$ .

3. Вычислить пределы:

а)  $\lim_{z \rightarrow \infty} \frac{3iz^3 + 4z^2}{2iz^2 + 8z^3 - 4}$ ; б)  $\lim_{z \rightarrow i} \frac{z^2 + 2z - i}{z^2 + 1}$ ; в)  $\lim_{z \rightarrow 0} \frac{4z}{|z|}$ .

**АКР №3 «Понятие производной. Условия дифференцируемости. Конформное отображение»**

1. Найти  $f'(z_0)$ , если:

а)  $f(z) = 6z^3 - 4z^2$ ,  $z_0 = 1 + i$ ; б)  $f(z) = 3z^3 - 2z + 1$ ,  $z_0 = 1 + 4i$ .

2. В каких точках функция монотонна? Чему равна производная в каждой из них? Является ли функция голоморфной в каких-либо точках плоскости?

а)  $w = iz^2 + 2z$ ; б)  $w = |z| \cdot \bar{z}$ .

3. В каких точках плоскости коэффициент растяжения отображения равен 2:

а)  $w = z^2 + 1$ ; б)  $w = \frac{z-1}{z+1}$ ?

4. В каких точках плоскости угол поворота отображения равен  $\frac{\pi}{4}$ :

а)  $w = \frac{1}{z}$ ; б)  $w = z^2 - 2z$ ?

**АКР №4 «Комплексные интегралы» (контрольное тестирование)**

1. Вычислить интегралы:

а)  $\int_0^i (z^2 + z + 1) dz$ ; б)  $\int_{1+i}^{1-i} (2z + 1) dz$ .

2. Вычислить интегралы двумя способами (через криволинейные и методом замены):

б)  $\int_{AB} \bar{z}^2 dz$ , АВ – отрезок прямой  $y=x$ ,  $x \in [0;1]$ ;

в)  $\int_L (4z - \bar{z}) dz$ , если L – парабола, соединяющая точки  $z_1=0$ ,  $z_2=-1+i$ .

3. Вычислить, руководствуясь, либо теоремами Коши для односвязной и многосвязной областей, либо интегральной формулой Коши и бесконечной дифференцируемостью голоморфной функции:

$$\text{a) } \int_{|z|=2} \frac{2zdz}{z^2-10}; \quad \text{б) } \int_{|z|=4} (z^3-2z+3)dz; \quad \text{в) } \int_{|z-2|=5} \frac{zdz}{z^2-16}; \quad \text{г) } \int_{|z|=3} \frac{z^4+1}{(z-2)^3} dz; \quad \text{е) } \int_{|z|=4} \frac{z^3-2}{(z+1)^3(z-3)} dz.$$

**АКР №5 «Числовые последовательности и ряды. Степенные ряды»**

1. Вычислить предел или показать, что он не существует:

$$\text{а) } \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{3in - n - 1}{1 + ni}; \quad \text{б) } \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{(2i)^n - 1}{3(2i)^n}; \quad \text{в) } \lim_{n \rightarrow \infty} \arg\left(-1 + \frac{i^n}{n}\right); \quad \text{д) } \lim_{n \rightarrow \infty} \left(\frac{1-n}{n^2} + i \frac{2n+1}{n}\right).$$

2. Исследовать ряд на сходимость.

$$\text{а) } \sum_{n=1}^{\infty} \frac{5i + n^2}{7i - 6n}; \quad \text{б) } \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1 + (-1)^n \cdot ni}{n\sqrt{n}}; \quad \text{в) } \sum_{n=1}^{\infty} \frac{i^n}{(5in - 4)(4in + 1)}.$$

4. Найти радиус и область сходимости ряда:

$$\text{а) } \sum_{n=0}^{\infty} (-1)^n \frac{(z+1)^{2n+1}}{(2n+1)!}; \quad \text{б) } \sum_{n=0}^{\infty} n^2 \left(\frac{z+i}{1+i}\right)^n; \quad \text{в) } \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(z+5)^{2n}}{n^2+4}.$$

**АКР №6 «Ряд Лорана. Особые точки аналитических функций»**

1. Разложить данные функции в ряд Лорана в указанных кольцах:

$$\text{а) } f(x) = \frac{3}{(z-2)(z-5)}, \quad 1 < |z-3| < 2; \quad \text{б) } f(x) = \frac{4}{z^2+2z-3}, \quad 1 < |z| < 3.$$

2. Найти все изолированные особые точки функции и определить их вид:

$$\text{а) } f(z) = \frac{1 - \cos z}{z^2}; \quad \text{б) } f(z) = \frac{z+1}{z^2}; \quad \text{в) } f(z) = \frac{z}{1 - \cos z}.$$

**АКР №7 «Вычеты и их приложения»**

1. Вычислить вычеты функции относительно каждой из особых точек:

$$\text{а) } f(z) = \frac{z^2 + z - 1}{z^2 - z}; \quad \text{в) } f(z) = \operatorname{tg} z;$$

2. Вычислить вычеты указанных функций в бесконечности:

$$\text{а) } f(z) = \frac{z^2 + z - 1}{z^3 - z}; \quad \text{б) } f(z) = \frac{z^2 \sin \frac{1}{z}}{z-1}; \quad \text{в) } f(z) = z \cos^2 \frac{\pi}{z}.$$

$$\text{3. Вычислить интеграл: а) } \int_{|z|=3} \frac{zdz}{(z-1)(z-2)^2}; \quad \text{б) } \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{dx}{x^6+1}; \quad \text{в) } \int_0^{2\pi} \frac{d\varphi}{3+\sin \varphi}.$$

## 7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

### а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
<b>ОПК-1: способность использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой</b>		
Знать	<p>– основные понятия теории комплексного анализа (функция комплексного переменного, предел, непрерывность, монотонность и голоморфность функции комплексного переменного, конформное отображение, <math>n</math>-листная поверхность, интеграл, ряд Лорана, вычеты и др.);</p> <p>– основные факты и теоремы дисциплины;</p> <p>формулировки и доказательства ряда теорем.</p>	<p><i>Перечень теоретических вопросов к зачёту</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Определение множества комплексных чисел</li> <li>2. Геометрическая интерпретация множества комплексных чисел</li> <li>3. Подмножества расширенной комплексной плоскости</li> <li>4. Числовые последовательности</li> <li>5. Числовые ряды</li> <li>6. Предел функции комплексной переменной</li> <li>7. Непрерывность функции комплексной переменной</li> <li>8. Монотонность функции комплексной переменной</li> <li>9. Голоморфность функции комплексной переменной</li> <li>10. Линейная функция</li> <li>11. Обратная функция</li> <li>12. Целая степенная функция</li> <li>13. Целая показательная функция</li> <li>14. Обращение целых степенной и показательной функций</li> <li>15. Тригонометрические функции</li> <li>16. Обратные тригонометрические функции</li> <li>17. Общие степенная и показательная функции</li> <li>18. Определение конформного отображения</li> <li>19. Существование и единственность конформного отображения</li> <li>20. Конформность, групповое и круговое свойства дробно-линейной функции</li> <li>21. Свойства сохранения симметрии и аргумента дробно-линейной функции</li> <li>22. Интеграл по комплексной переменной</li> <li>23. Интегральная теорема Коши</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		24. Первообразная 25. Интегральная формула Коши 26. Обращение интегральной теоремы Коши 27. Гармонические функции 28. Интегральные формулы Шварца и Пуассона 29. Интервал и радиус сходимости степенного ряда 30. Формула Коши-Адамара 31. Свойства степенных рядов 32. Ряды Тейлора 33. Аналитические функции 34. Аналитическое продолжение 35. Теорема Лорана 36. Нули и изолированные особые точки 37. Теорема Сохоцкого-Вейерштрасса 38. Целые и мероморфные функции 39. Рациональные функции 40. Основная теорема о вычетах 41. Вычеты в конечных точках 42. Вычет в бесконечно удаленной точке 43. Интегралы от функций действительной переменной 44. Логарифмический вычет
Уметь	– интерпретировать понятия и утверждения теории; – применять знания теории при решении различных задач дисциплины и некоторых её приложений; – корректно выражать и аргументированно обосновывать положения предметной	<b>Примерные практические задания для зачёта</b> 1. Записать в тригонометрической и показательной формах числа $z_1 = \frac{1}{2} - \frac{\sqrt{3}}{2}i$ , $z_2 = -\sqrt{3} - i$ . Найти: а) $z_1^5$ , б) $z_2 \cdot z_1$ (2 способа – через алгебраическую и

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>области знания; – анализировать элементарную математику с позиций высшей математики.</p>	<p>тригонометрическую форму записи чисел); в) <math>\frac{z_1}{z_2}</math> (2 способа – через алгебраическую и показательную форму записи чисел).</p> <p>2. Найти все значения корня: а) <math>\sqrt[3]{-i}</math>; б) <math>\sqrt[4]{-2+2\sqrt{3}i}</math>.</p> <p>3. Представить выражение в алгебраической форме, применив сначала формулы сложения из тригонометрии, а затем формулы <math>\sin i\varphi = ish\varphi</math>, <math>\cos i\varphi = ch\varphi</math>:</p> <p>а) <math>\sin\left(\frac{\pi}{4} + 2i\right)</math>; б) <math>\cos\left(\frac{\pi}{6} + 2i\right)</math>; в) <math>\sin\left(1 + \frac{\pi}{2}i\right)</math>; г) <math>\cos\left(2 - \frac{\pi}{6}i\right)</math>.</p> <p>4. Вычислить <math>i^{121} + e^{\frac{15\pi}{2}i} - i^{70} \cdot e^{\frac{5\pi}{6}i}</math>.</p> <p>5. Изобразить область, заданную неравенствами:</p> <p>а) <math> z - 1 + i  \geq 1</math>, <math>Re z &lt; 1</math>, <math>Im z \geq -1</math>; б) <math> z - i  &lt; 1</math>, <math>-\frac{\pi}{4} &lt; arg(z - i) \leq \frac{\pi}{4}</math>; в) <math>1 &lt; z \cdot \bar{z} &lt; 2</math>, <math>Re z &gt; 0</math>, <math>0 &lt; Im z \leq 1</math>.</p> <p>6. Изобразить на комплексной плоскости окрестности точек <math>U(z_0; \varepsilon)</math>, <math>\mathring{U}(z_0; \varepsilon)</math> и записать главные значения аргументов этих точек:</p> <p>а) <math>U(3 - 2i; 3)</math>; б) <math>\mathring{U}(-2 + 3i; 1)</math>; в) <math>\mathring{U}(5; 0,5)</math>; г) <math>\mathring{U}(\infty; 4)</math>; д) <math>U(-6i; 2)</math>.</p> <p>7. Выяснить, какие линии заданы указанными уравнениями, и изобразить эти линии на чертеже:</p> <p>а) <math>z = it + 2</math>, <math>t \in (-\infty; +\infty)</math>; в) <math>z = 4\cos t + i \cdot 3\sin t</math>, <math>t \in [0; 2\pi]</math>; б) <math>z = \frac{1}{t} + it</math>, <math>t \in (-\infty; +\infty)</math>; г) <math>z = -2e^{it} + \frac{1}{e^{it}}</math>, <math>t \in (-\infty; +\infty)</math>.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>8. Вычислить пределы (в примере <math>z</math> воспользоваться показательной формой записи комплексного числа):</p> <p>а) <math>\lim_{z \rightarrow \infty} \frac{z^2}{\bar{z}}</math>;      б) <math>\lim_{z \rightarrow 0} \frac{z^2}{\bar{z}}</math>;      в) <math>\lim_{z \rightarrow 0} \frac{4z}{ z }</math>;</p> <p>г) <math>\lim_{z \rightarrow \infty} \frac{5z^2 - 4z + 7i}{3z^3 + 8zi - 1}</math>;      д) <math>\lim_{z \rightarrow \infty} \frac{3iz^3 + 4z^2}{2iz^2 + 8z^3 - 4}</math>;      е) <math>\lim_{z \rightarrow i} \frac{z^2 + 2z - i}{z^2 + 1}</math>.</p> <p>9. Выяснить, в каких точках комплексной плоскости моногенны данные функции. Найти производную в каждой из этих точек. Являются ли данные функции голоморфными в каких-либо точках плоскости?</p> <p>а) <math>w = Re z</math>;      б) <math>w =  z  \cdot \bar{z}</math>;      в) <math>w = tgy - itgx</math>.</p> <p>10. <math>f(z) = z^2 - 5z + 4</math>. Найти двумя способами <math>f'(3 - 2i)</math>.</p> <p>11. Вычислить:</p> <p>а) <math>Ln(-7)</math>;      д) <math>Arc \sin 15</math>;</p> <p>б) <math>Ln 0,3</math>;      е) <math>Arc \cos(-i)</math>;</p> <p>в) <math>Ln(-3 + 4i)</math>;      ж) <math>Arctg 4i</math>;</p> <p>г) <math>Ln(1 - i\sqrt{3})^4</math>;      з) <math>Arcctg 4</math>.</p> <p>12. Вычислить интегралы:</p> <p>а) <math>\int_{1+i}^{1-i} (2z + 1) dz</math>; б) <math>\int_{AB} \bar{z}^2 dz</math>, АВ – отрезок прямой <math>y=x</math>, <math>x \in [0;1]</math>;</p> <p>в) <math>\int_{ z =3} (\sin z + \cos z) dz</math>.</p>
Владеть	–методами и приемами решения основных	<b>Задания на решение задач из профессиональной области, комплексные задания:</b>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>задач дисциплины;  – навыками работы с наиболее часто встречающимися объектами комплексного анализа;  – возможностью междисциплинарного применения некоторых положений дисциплины;  профессиональным языком предметной области знания.</p>	<p>1. Восстановить голоморфную функцию <math>f</math> в окрестности точки <math>z_0</math> по её действительной <math>u(x, y)</math> части и значению <math>f(z_0): u = -2xy - 2y, f(0) = i</math>.</p> <p>2. Разложить данные функции в ряд Лорана в указанных кольцах:  а) <math>f(x) = \frac{3}{(z-1)(z-4)}, 1 &lt;  z-2  &lt; 2;</math> б) <math>f(x) = \frac{3}{z^2 + z - 2}, 1 &lt;  z  &lt; 2.</math></p> <p>3. Вычислить интеграл:  а) <math>\int_{ z =3} \frac{z dz}{(z-1)(z-2)^2};</math> б) <math>\int_{-\infty}^{+\infty} \frac{dx}{x^6 + 1};</math> в) <math>\int_0^{2\pi} \frac{d\varphi}{3 + \sin\varphi}</math></p>

**б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Студенты сдают по дисциплине в 4-м семестре зачет (без оценки).

*Критерием успешного освоения программы дисциплины являются:*

- умение интерпретировать понятия и утверждения, применять к решению задач изученную теорию;

- усвоение методов и приемов решения основных задач дисциплины; приобретение навыков работы с наиболее часто встречающимися объектами комплексного анализа.

- знание основных теоретических положений, формулировок и доказательств ряда теорем.

Критерии оценки (в соответствии с формируемыми компетенциями и планируемыми результатами обучения):

– на оценку «**зачтено**» – студент должен показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, интеллектуальные навыки решения простых задач;

– на оценку «**не зачтено**» – студент не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

**8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

**а) Основная литература:**

11. Далингер, В. А. Комплексный анализ: учебное пособие для вузов / В. А. Далингер, С. Д. Симонженков. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2019. — 143 с. — (Университеты России). — ISBN 978-5-534-08399-6. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/453907> (дата обращения: 28.10.2020).

2. Привалов, И. И. Введение в теорию функций комплексного переменного: учебник для вузов / И. И. Привалов. — Москва: Издательство Юрайт, 2019. — 402 с. — (Авторский учебник). — ISBN 978-5-534-01450-1. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/444949> (дата обращения: 28.10.2020)

**б) Дополнительная литература:**

1. Половинкин Е.С. Теория функций комплексного переменного: Учебник - М.:НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 254 с.: ISBN 978-5-16-004864-2 - URL: <http://znanium.com/catalog/product/487040>

2. Шабунин М.И. Теория функций комплексного переменного: Учебник / Шабунин М.И., Сидоров Ю.В., - 3-е изд., испр. и доп. (эл.) - М.:БИНОМ. Лаб. знаний, 2016. - 303 с.: ISBN 978-5-93208-209-6 - URL: <http://znanium.com/catalog/product/538966>

**в) Методические указания:**

Крупин, В.Г. Высшая математика. Теория функций комплексного переменного. Операционное исчисление. Сборник задач с решениями [Электронный ресурс]: учебное пособие - М.: Издательский дом МЭИ, 2019. - Режим доступа: <http://client.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012246.html>

**г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

Программное обеспечение:

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7	Д-1227 от 8.10.2018	11.10.2021
7zip	Свободно распространяемое	бессрочно
MS Office 2007	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно



Интернет-ресурсы:

1. Международная наукометрическая реферативная и полнотекстовая база данных научных изданий «Web of science» . – URL: <http://webofscience.com>
2. Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ). – URL: [http://elibrary.ru/project\\_rick.asp](http://elibrary.ru/project_rick.asp).
3. Поисковая система Академия Google (Google Scholar). – URL: <http://scholar.google.ru/>.
4. Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова. – URL: <http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp>

## 9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации
Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Доска, мультимедийный проектор, экран. Комплекс тестовых заданий для проведения промежуточных и рубежных контролей
Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования	Шкафы для хранения учебно-методической документации, учебно-наглядных пособий и учебного оборудования
Помещения для самостоятельной работы обучающихся	Персональные компьютеры с пакетом MS Office и выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета