

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САХАЛИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Кафедра математики

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе  
С. Ю. Рубцова  
(подпись – расшифровка подписи)  
"10" 06 2019 г.



**Рабочая программа дисциплины  
Б1.О.07.09 «Теория функций комплексного переменного»**

Уровень высшего образования  
БАКАЛАВРИАТ

Направления подготовки  
44.03.05 «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)»

Профиль подготовки  
«Математика и физика»

Квалификация выпускника  
Бакалавр

Форма обучения: очная

РПД адаптирована для лиц с ограниченными возможностями и инвалидов

г. Южно-Сахалинск  
2019

Рабочая программа дисциплины «Теория функций комплексного переменного» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)

Программу составил:

Г.М. Чуванова, доцент кафедры математики Чул

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры математики, протокол № 9 от 21.05. 2019 г.

Заведующий кафедрой СР Н.А. Самсикова

Рецензент:

Тамонов Л.Г., директор  
МБОУ СОШ № 22 г. Южно-Сахалинск ЛГ

## 1. Цели и задачи дисциплины

**Цель** - изучение элементов комплексного анализа.

**Задачи дисциплины:**

- 1) изучение элементарных функций комплексного переменного;
- 2) научиться вычислять производные и интегралы от функций комплексного переменного;
- 3) научиться применять вычеты к вычислению интегралов от функции действительного переменного.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

**знать:**

- 1) алгебраическую и тригонометрическую форму записи комплексного числа;
- 2) определение производной функции комплексного переменного, условие дифференцируемости функции;
- 3) элементарные функции комплексного переменного;
- 4) понятие числового ряда, степенного ряда с комплексными членами;
- 5) понятие вычета функции комплексного переменного в точке;

**уметь:**

- 1) строить кривые на комплексной плоскости;
- 2) выделять действительную и мнимую части функции комплексного переменного;
- 3) устанавливать, является ли функция аналитической или гармонической;
- 4) находить разложение функции комплексного переменного в ряд Тейлора и ряд Лорана;
- 5) применять вычеты при вычислении интегралов от функции действительного переменного, от функции комплексного переменного;

**владеть** навыками:

- 1) вычисления действий над комплексными числами;
- 2) вычисления обратной функции;
- 3) вычисления интеграла от функции комплексного переменного.

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Математический анализ является дисциплиной базовой части блока дисциплин Б1 ОПОП направления 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки), профиль математика и физика (Б1.О.07.09).

Пререквизиты дисциплины: математический анализ, алгебра, геометрия.

Постреквизиты дисциплины: уравнения математической физики, государственный экзамен.

## 3. Формируемые компетенции и индикаторы их достижения по дисциплине

Код компетенции	Содержание компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
УК-1	способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1. Знает: методы критического анализа и оценки современных научных достижений; основные принципы критического анализа. УК-1.2. Умеет: получать новые знания на основе анализа, синтеза и других методов; собирать данные по сложным

		<p>научным проблемам,относящимся к профессиональной области;осуществлять поиск информации и решений наоснове экспериментальных действий.</p> <p>УК-1.3.</p> <p>Владеет: исследованием проблем профессиональной деятельности с применением анализа, синтеза и другихметодов интеллектуальной деятельности;выявлением научных проблем использованием адекватных методов для ихрешения; демонстрацией оценочныхсуждений в решении проблемныхпрофессиональных ситуаций.</p>
ПКС-4	<p>способенформировать развивающую образовательную среду для достижения лич-ностных, предметных и метапредметных результатов обучения средства преподаваемых учебных предметов</p>	<p>ПКО-4.1. моделирует ипроектирует образовательнуюсреду для формированиярезультатов обучения, в том числе в предметной области среднего образования«Математика», в целяхдостижения личностных,предметных и метапредметныхрезультатов обучения</p> <p>ПКО-4.2. применяет принципы междисциплинарного подходадля достиженияметпредметных и предметныхрезультатов в предметныхобластях среднего образования«Математика»</p> <p>ПКО-4.3. используеттехнологии личностного развития, знания в областиматематического мышления,форми-руемого учебными пособиями по математике для достиженияличностных результатовучащихся.</p>
ПКС-7	<p>Способен выделять структурные элементы, входящие в систему познания предметной области (в соответствии с профилем и уровнем обучения), анализировать х в единстве содержания, форы и выполняемых функций</p>	<p>ПК-2.1. выделяет и анализирует единицы различных уровней математики в единстве их содержания, формы и функций</p> <p>ПК-2.2. выделяет и анализирует явления разных уровней математики в их структурном единстве и функциях</p> <p>ПК-2.3. знает и умеет анализировать организацию систему математических понятий, определений, теорем и их следствий.</p>
ПКС-9	<p>Способен устанавливать содержательные,</p>	<p>ПК-4.1. готов выявлять связи математики вшироком</p>

	методологические и мировоззренческие связи предметной области (в соответствии с профилем и уровнем обучения) со смежными научными областями	контексте, опираясь на содержательный потенциал смежных предметных областей (физики, биологии, химии и пр.) ПК-4.2. может учитывать открытия широкого спектра естественных и иных научных исследований, применять принципы междисциплинарного подхода для решения профессиональных задач
--	---	--

#### 4. Структура и содержание дисциплины

##### 4.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

Вид учебной работы	Трудоемкость, акад. часов	
	Всего по уч. плану	семестр
<b>Общая трудоемкость</b>	108	108
<b>Контактная работа:</b>	44	44
Лекции (Лек)	12	12
практические занятия (ПЗ)	26	26
Контактная работа в период теоретического обучения (Конт ТО)	5	5
Контактная работа в период промежуточной аттестации (Конт ПА)	1	1
Экзамен	26	26
<b>Самостоятельная работа:</b> - написание реферата; - выполнение индивидуальных заданий; - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий); - подготовка к практическим занятиям; - подготовка к промежуточной аттестации;	38	38
<b>Виды промежуточного контроля</b> (экзамен, зачет)		экзамен

##### 4.2. Распределение видов работы и их трудоемкости по разделам дисциплины

№ п/п	Раздел дисциплины / темы	семестр	Виды учебной работы (в часах)			Очная форма обучения Формы текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации
			контактная		Самостоятельная работа	
			Лекции	Практические занятия		
1	Кривые и области на комплексной области	5	2	2	5	Практическое задание
2	Функции комплексного	5	2	4	6	Практическое задание

	переменного					
3	Предел и непрерывность функции комплексного переменного. Дифференцируемость. Аналитические функции.	5	2	4	5	Практическое задание, контрольная работа
4	Элементарные функции и соответствующие им конформные отображения	5	2	4	6	Практическое задание,
5	Интегрирование функции комплексного переменного	5	2	4	5	Практическое задание
6	Ряды Тейлора и Лорана.	5	1	4	6	Практическое задание
7	Вычеты и их применение.	5	1	4	5	Практическое задание, контрольная работа
	Экзамен					Экзамен по билетам

### 4.3. Содержание разделов дисциплины.

**Тема № 1.** Понятие комплексного числа. Запись комплексного числа в алгебраической и тригонометрической форме. Действия над комплексными числами. Формула Муавра. Формула Эйлера. Понятие кривой на комплексной области. Понятие области на комплексной плоскости.

**Тема № 2.** Понятие функции комплексного переменного Геометрическое истолкование функции комплексного переменного. Действительная и мнимая части функции комплексного переменного. Отображение кривой. Отображение области. Понятие обратной функции.

**Тема № 3.** Понятие предела функции комплексного переменного. Непрерывность функции комплексного переменного. Дифференцируемость функции комплексного переменного. Понятие производной. Условия дифференцируемости функции комплексного переменного. Аналитические функции. Понятие гармонической функции.

**Тема № 4.** Понятие конформного отображения. Геометрическое истолкование производной функции комплексного переменного. Элементарные функции.

**Тема № 5.** Понятие интеграла от функции комплексного переменного. Свойства интеграла от функции комплексного переменного. Интегральная теорема Коши. Интегральная формула Коши.

**Тема № 6.** Комплексная числовая последовательность и понятие ее предела. Числовой ряд с комплексными членами. Абсолютная и неабсолютная сходимость числового ряда. Понятие степенного ряда. Теорема Абеля. Разложение функции в ряды Тейлора и ряды Лорана.

**Тема № 7.** Классификация особых точек однозначной аналитической функции. Понятие вычета функции комплексного переменного относительно точки. Применение вычетов к вычислению интегралов от функции действительного переменного, интеграла от функции комплексного переменного специального вида.

### 4.4. Темы и планы практических занятий

#### 1. Комплексные числа.

- 1) Алгебраическая форма комплексного числа.
- 2) Действия над комплексными числами.
- 3) Тригонометрическая форма комплексного числа.

- 4) Решение уравнений в поле комплексных чисел.
2. Кривые и области на комплексной плоскости.
  - 1) Кривые на комплексной плоскости.
  - 2) Области на комплексной плоскости.
  - 3) Предел последовательности.
3. Функции комплексного переменного.
  - 1) Действительная и мнимая части функции комплексного переменного.
  - 2) Образы кривых при данном преобразовании.
  - 3) Обратная функция.
4. Предел функции комплексного переменного.
  - 1) Предел функции комплексного переменного.
  - 2) Непрерывность функции комплексного переменного.
  - 3) Дифференцируемость функции комплексного переменного.
5. Аналитические и гармонические функции.
  - 1) Гармонические функции.
  - 2) Аналитические функции.
6. Конформные отображения.
  - 1) Конформное отображение.
  - 2) Угол поворота при данном отображении.
  - 3) Коэффициент растяжения при заданном растяжении.
7. Элементарные функции (4 ч.)
  - 1) Линейная функция.
  - 2) Степенная функция.
  - 3) Показательная функция.
  - 4) Тригонометрические функции.
  - 5) Логарифмическая функция.
  - 6) Обратные тригонометрические функции.
8. Интеграл от функции комплексного переменного.
  - 1) Интеграл от функции комплексного переменного.
  - 2) Интегральная формула Коши.
9. Ряды Тейлора.
  - 1) Степенные ряды.
  - 2) Ряды Тейлора.
  - 3) Область сходимости степенного ряда.
10. Ряды Лорана.
  - 1) Ряд Лорана.
  - 2) Область сходимости ряда Лорана.
11. Вычеты.
  - 1) Вычеты функции комплексного переменного.
  - 2) Классификация особых точек.
12. Применение вычетов к вычислению интегралов.
  - 1) Вычисление интегралов от функции действительного переменного.
  - 2) Вычисление интегралов от функции комплексного переменного.

Пример практического занятия.

#### Занятие № 4. Предел функции комплексного переменного.

**Непрерывность функции комплексного переменного. Дифференцируемость функции комплексного переменного.**

1. Доказать, что не существует предел в точке  $z = 0$ :

а)  $w = \frac{\operatorname{Re} z}{z}$ , б)  $w = \frac{z}{|z|}$ , в)  $w = \frac{\operatorname{Im}(z^2)}{|z|^2}$ , г)  $w = \frac{\bar{z}}{z}$ .

2. Вычислить предел функции в данной точке:

а)  $w = \bar{z}, z = i$ ,      б)  $w = \frac{\bar{z}}{|z|^2}, z = 0$ ,

в)  $w = \frac{z^2}{|z|}, z = 0$ ,      г)  $w = \frac{z}{z-i}, z = \infty$ .

3. Доказать непрерывность функции в области определения:

а)  $w = 2z^3$ , б)  $w = z|z|$ , в)  $w = \bar{z} \operatorname{Re} z$ , г)  $w = \frac{1}{z}$ .

4. Пользуясь условиями дифференцируемости, доказать, что:

а) функции  $w = \operatorname{Re} z, w = \operatorname{Im} z, w = \bar{z} + \operatorname{Re} z, w = Az + B\bar{z} (A \neq 0, B \neq 0)$

не имеют производной ни в одной точке;

б) функция  $w = z \operatorname{Re} z$  дифференцируема в точке  $z = 0$ .

Указания по выполнению заданий:

1. Использовать определение предела функции по Гейне.
2. Доказать непрерывность функции, выделив действительную и мнимую части функции комплексного переменного.
3. Использовать условия Коши-Римана.

### 5. Темы дисциплины для самостоятельного изучения

1. Бесконечность и стереографическая проекция.
2. Критерий Коши существования предела функции комплексного переменного.
3. Элементарные функции.
4. Классификация особых точек однозначной аналитической функции.
5. Вычеты и их приложения.

Вопросы для самоконтроля:

1. Понятие предела функции комплексного переменного.
2. Свойства предела функции комплексного переменного.
3. Понятие функции комплексного переменного.
4. Понятие конформного отображения.
5. Понятие аналитической функции.
6. Понятие вычета.
7. Приложение вычета к вычислению интегралов.

### 6. Образовательные технологии

В процессе преподавания дисциплины используются как классические формы и методы обучения (лекции, практические занятия), так и интерактивные методы обучения.

**Интерактивные формы обучения:** технология проблемного обучения, технология учебного исследования, работа в малых группах, тренинг.

№ п/п	Наименование раздела	Виды учебных занятий	Образовательная технология
1.	Кривые и области на комплексной области	Лекция Практическое занятие № 1 Самостоятельная работа	Вводная лекция Практическое занятие Консультирование и проверка домашних индивидуальных заданий
2.	Функции комплексного переменного	Лекция № 1 Практическое занятие № 1 Практическое занятие № 2 Самостоятельная работа	Лекция Практическое занятие Практическое занятие Консультирование и проверка домашних индивидуальных заданий
3	Предел и непрерывность	Лекция № 1	Лекция

	функции комплексного переменного. Дифференцируемость. Аналитические функции.	Практическое занятие № 1 Практическое занятие № 2 Самостоятельная работа	Практическое занятие Практическое занятие Консультирование и проверка домашних индивидуальных заданий
	Элементарные функции и соответствующие им конформные отображения	Лекция № 1 Практическое занятие № 1 Практическое занятие № 2 Самостоятельная работа	Лекция Практическое занятие Практическое занятие Консультирование и проверка домашних индивидуальных заданий
5	Интегрирование функции комплексного переменного	Лекция № 1 Практическое занятие № 1 Практическое занятие № 2 Самостоятельная работа	Лекция Практическое занятие Практическое занятие Практическое занятие Консультирование и проверка домашних индивидуальных заданий
6	Ряды Тейлора и Лорана.	Лекция № 1 Практическое занятие № 1 Практическое занятие № 2 Самостоятельная работа	Лекция Практическое занятие Практическое занятие Консультирование и проверка домашних индивидуальных заданий
7	Вычеты и их применение.	Лекция № 1 Практическое занятие № 1 Практическое занятие № 2 Самостоятельная работа	Лекция Практическое занятие Практическое занятие Консультирование и проверка домашних индивидуальных заданий

**7. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по дисциплине**

**Индивидуальные задания**

**Задание № 1. Комплексные числа.**

1. Представить в тригонометрической форме; в показательной форме:

а)  $-1+i$

б)  $-1+i\sqrt{3}$

2. Вычислить:

а)  $(2+3i)(4-5i)+(2-3i)(4+5i)$

б)  $\frac{(1+2i)^3-(2-i)^3}{(1-i)^3-(2+i)^3}$

в)  $(1+2i)^6$

г)  $\left(\frac{1+i\sqrt{3}}{1-i}\right)^{20}$

д)  $\sqrt[3]{-i}$

е)  $\sqrt{-5+12i}$

3. Решить уравнения:

а)  $(1+2i)x+(3-5i)y=1-3i$

б)  $|z|+z=2+i$

4. Изобразить кривые на комплексной плоскости:

а)  $|z-1|=|z+1|$

б)  $|z+1-2i|=3$

в)  $z=it; \quad t \in [-1;1]$  г)  $z=\sin c \cdot cht+i \cos c \cdot sh t, \quad t \in R$

5. Изобразить области на комплексной плоскости:

а)  $\operatorname{Re} z^2 > 1$

б)  $\operatorname{Im}\left(\frac{1}{z}\right) < -\frac{1}{2}$

**Задание № 2. Функция комплексного переменного.  
Аналитические функции.**

1. Найти значение функции комплексного переменного в данной точке:

а)  $w = z^2 - i, z_0 = 2 + i$       б)  $w = \sqrt{\sqrt{z} + 1}, z_0 = i$

2. Выделить действительную и мнимую части функции комплексного переменного:

а)  $w = b + az - z^2$       б)  $w = \frac{\bar{z}}{i} - \frac{i}{z}$       в)  $w = e^{i\alpha} z - e^{i\beta} \bar{z}$

3. Представить функцию  $w$  как функцию комплексного переменного  $z$ :

$$w = \frac{x(ix - 1) + iy(y + 1)}{x^2 + y^2}$$

4. Доказать непрерывность функции:  $w = \bar{z}^2$

5. Найти область дифференцируемости функции комплексного переменного. Записать ее производную, если она существует:

а)  $w = z^2 \cdot \operatorname{Im} z$       б)  $w = \operatorname{tg} x + i \operatorname{tg} y$       в)  $w = \frac{1}{2 - z}$

6. Установить, являются ли функции комплексного переменного:

а) Гармоническими:  $\varphi(x, y) = \frac{x}{x^2 + y^2}$

б) Сопряжено-гармоническими:  $u(x, y) = x$   
 $v(x, y) = -y$

7. Найти аналитическую функцию по ее заданной действительной или мнимой части:

а)  $u(x, y) = x^2 - y^2 + x$       б)  $v(x, y) = 2e^x \sin y$

8. Найти коэффициент растяжения и угол поворота данного отображения:

$$w = z^2, z_0 = \sqrt{2}(1 + i)$$

9. Найти области сжатия и растяжения при данном отображении:  $w = -z^2$

10. Найти множество точек, для которых:

а)  $k = 1: w = -z^3$       б)  $\varphi = 0: w = z^2 + iz$

**Задание №3. Элементарные функции.  
Ряды Лорана. Интегралы функций. п.**

1. Вычислить значения элементарных функций:

а)  $e^{1+i}$       б)  $\cos(1 - i)$       в)  $\operatorname{Ln}\left(\frac{1+i}{\sqrt{2}}\right)$       г)  $(-1)^i$

2. Решить уравнение:

а)  $e^{3z} = 2 - 2i$       б)  $\operatorname{sh} iz = -1$

3. Найти дробно-линейную функцию  $\omega = f(z)$ , переводящую точки  $-1, i, i+1$  в  $0, 2i, 1-i$ .

4. Исследовать числовые ряды с комплексными членами на сходимость:

а)  $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{i^{2n}}{i + n^2}$       б)  $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{\cos in}{3^n}$

5. Найти круг сходимости степенного ряда с комплексными членами:

а)  $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n \cdot z^n}{2^{n+1} \cdot 3^{n+1}}$       б)  $\sum_{n=1}^{\infty} n!(z - i)^n$

6. Найти область сходимости ряда Лорана:  $\sum_{n=-\infty}^{+\infty} 2^{-n} \cdot z^n$
7. Разложить данную функцию по данным степеням в данной области:
- а) в ряд Тейлора  $f(z) = \frac{1}{(z-1)^2}$  в круге  $|z| < 1$
- б) в ряд Лорана по степеням  $f(z) = \frac{1}{(z-2)(z-3)}$ ,  $2 < |z| < 3$
8. Вычислить интегралы:
- а)  $\int_0^{3+2i} z dz$
- б)  $\oint_{C^+} (2z + 3\bar{z}) dz$ ,  $C$  – нижняя половина окружности  $|z|=1$  и диаметр, стягивающий крайние точки.
9. Вычислить интеграл, используя интегральную формулу Коши:
- $$\oint_{\Gamma} \frac{dz}{z(z^2-1)}, \Gamma: |z+1| = \frac{1}{2}$$

### Контрольная работа № 1

#### Вариант № 1

1. Решить уравнение:  $(x - 2i)^2 + 2 - yi = 2 + 6i$ .
2. Вычислить:  $\left(\frac{1}{2} - i\frac{\sqrt{3}}{2}\right)^{1002}$ .
3. Найти множество точек, заданных неравенством:  $\left|\frac{z+2}{z-1}\right| \geq 2$ .
4. Найти область дифференцируемости и производную функции:  
 $w = z + Rez$ .
5. Найти аналитическую функцию по заданной части:  $u(x, y) = 2xy + 3$
6. Найти область расширения при отображении:  $w = e^{z-1}$ .

### Контрольная работа № 2

#### Вариант № 1

1. Вычислить: а)  $ctg(1 - i\pi)$ , б)  $Ln(1 + i\sqrt{3})$ , в)  $\left(\frac{1-i}{\sqrt{2}}\right)^{-2i}$ .
2. Вычислить интеграл  $\int_{\Gamma} (Rez + Imz) dz$  по прямой от 0 до  $1 + 2i$ .
3. Разложить в ряд Лорана функцию  $f(z) = \frac{1}{z^2 - z - 6}$  в кольце  $2 < |z| < 3$ .
4. Вычислить интеграл, используя теорему о вычетах:

$$\oint_C \frac{2z + 1}{z^2 - 4z + 3} dz, \quad C: |z - 3| = 1.$$

Критерии оценки:

- оценка «отлично» выставляется студенту, если работа выполнена полностью и безошибочно;
- оценка «хорошо» выставляется студенту, если в работе могут быть отдельные вычислительные ошибки;
- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если решено правильно более половины заданий;
- оценка «неудовлетворительно» выставляется, если решено правильно менее половины заданий.

## Темы рефератов, докладов

Реферат должен быть представлен текстовыми и таблично – графически-ми материалами. К защите реферата студент должен приготовить краткое сообщение (не более 10 минут), в котором должен изложить основные результаты.

Темы рефератов по теории функций комплексного переменного.

1. Бесконечность и стереографическая проекция.
2. Элементарная функция и ее риманова поверхность.
3. Степенная функция с натуральным показателем.
4. Степенная функция с дробным показателем.
5. Степенная функция с рациональным показателем.
6. Дробно-рациональная функция.
7. Показательная функция.
8. Тригонометрические функции.
9. Логарифмическая функция.
10. Обратные тригонометрические функции.
11. Обобщенная степенная функция.

Критерии оценки:

– оценка «отлично» выставляется за полное раскрытие темы доклада, при условии правильного ответа на вопросы преподавателей. Студент правильно определяет понятия, свободно ориентируется в теоретическом материале.

– оценка «хорошо» выставляется, если есть незначительные ошибки при ответе на вопросы преподавателя. Студент не очень свободно ориентируется в теоретическом материале.

– оценка «удовлетворительно» выставляется, если тема раскрыта не полностью, есть незначительные ошибки при ответе на вопросы преподавателя. Студент неточно определяет понятия.

– оценка «неудовлетворительно» выставляется в случае, если содержание реферата не соответствует теме, есть значительные ошибки при ответе на вопросы преподавателей. Студент неправильно определяет основные понятия.

## Экзамен

Формой аттестации по дисциплине в пятом семестре согласно учебному плану является экзамен. На экзамен выносятся темы, изученные в рамках семестра. Каждому студенту необходимо дать ответ на 2 теоретических вопроса и решить задачу. На подготовку ответа отводится 1 час.

### Перечень вопросов к экзамену

1. Комплексная числовая последовательность и ее предел.
2. Бесконечность и стереографическая проекция.
3. Понятие функции комплексного переменного.
4. Отображение кривой. Отображение области. Обратная функция.
5. Понятие предела функции комплексного переменного.
6. Критерий Коши существования конечного предела функции.
7. Теоремы о пределах.
8. Непрерывность функции комплексного переменного.
9. Производная и дифференциал функции комплексного переменного.
10. Основные правила дифференцирования. Условия Коши-Римана.
11. Аналитические и гармонические функции.

12. Геометрический смысл аргумента и модуля производной функции комплексного переменного.
13. Линейная функция.
14. Функция  $w = \frac{1}{z}$ .
15. Дробно-линейная функция.
16. Степенная функция с натуральным показателем.
17. Степенная функция с дробным показателем.
18. Показательная функция.
19. Тригонометрическая и гиперболические функции.
20. Логарифмическая функция.
21. Общая степенная функция.
22. Обратные тригонометрические и гиперболические функции.
23. Понятие интеграла от функции комплексного переменного.
24. Свойства интеграла от функции комплексного переменного.
25. Интегральные формулы Коши.
26. Первообразная.
27. Числовые ряды в комплексной области.
28. Признаки сходимости числовых рядов.
29. Функциональные ряды. Равномерная сходимость.
30. Степенные ряды.
31. Ряды Тейлора.
32. Нули аналитической функции.
33. Понятие об аналитическом продолжении.
34. Обобщенные степенные ряды.
35. Разложение функции в ряд Лорана.
36. Классификация особых точек.
37. Особенности функции в бесконечно удаленной точке.
38. Целые и мероморфные функции.
39. Вычеты и их вычисление.
40. Основная теорема о вычетах.
41. Применение вычетов к вычислению интегралов.
42. Понятие логарифмического вычета.

Каждая дисциплина учебного плана оценивается по 100-балльной системе. Перевод баллов в оценки пятибалльной системы осуществляется следующим образом:

85-100 баллов	<i>отлично</i>
70-84 балла	<i>хорошо</i>
52-69 баллов	<i>удовлетворительно</i>
0-51 балл	<i>неудовлетворительно</i>

## 8. Система оценивания планируемых результатов обучения

### Балльная структура оценки

№	Форма контроля	Минимальное для аттестации количество баллов	Максимальное для аттестации количество баллов
1	Посещение практических занятий	4 (0,25)	4 (0,25)
2	Активная работа на занятии	0	4 (0,25)

3	Контрольная работа	6	10
4	Индивидуальные задания	20	42
5	Экзамен	20	40
6	Всего	50	100

## 9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### а) основная литература:

1. Шабунин М. Теория функций комплексного переменного / М. Шабунин, Ю. Сидоров. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2012. – 248 с.
2. Шабунин М. Сборник задач по теории функций комплексного переменного / М. Шабунин, Е. Половинкин, М. Карлов. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2010. – 368 с.
3. Бренерман, М. Х. Комплексный анализ [Электронный ресурс] : учебное пособие / М. Х. Бренерман. — Электрон. текстовые данные. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2016. — 127 с. — 978-5-7882-1871-7. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/61978.html>
4. Зверович, Э. И. Вещественный и комплексный анализ. Часть 6. Теория аналитических функций комплексного переменного [Электронный ресурс] : учебное пособие / Э. И. Зверович. — Электрон. текстовые данные. — Минск : Высшая школа, 2008. — 319 с. — 978-985-06-1547-3. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20066.html>

### б) дополнительная литература:

1. Привалов И.И. Введение в теорию функций комплексного переменного / И.И. Привалов. - М., Высшая школа, 1999. – 348 с.
2. Карасев А. Теория функций комплексного переменного / А. Карасев. – М.: Физматлит, 2008. – 216 с.
3. Леонтьева Т.А. Задачи по теории функций комплексного переменного / Т.А. Леонтьева, В.С. Панферов, В.С. Серов. – М.: Мир, 2005. – 360 с.
4. Чудесенко В.Ф.. Сборник задач по специальным курсам высшей математики / В.Ф. Чудесенко. – СПб: Лань, 2016. – 192 с.
5. Пантелеев А. Теория функций комплексного переменного и операционное исчисление в примерах и задачах / А. Пантелеев, А. Якимова. – М.: Высшая школа, 2007. – 448 с.
6. Посицельская Л. Теория функций комплексного переменного в задачах и упражнениях / Л. Посицельская. – М.: Физматлит, 2007. – 136 с.
7. Галкин, С.В. Теория функций комплексного переменного и операционное исчисление [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. — 240 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/52066>.
8. Шабунин, М.И. Теория функций комплексного переменного [Электронный ресурс] : учеб. пособие / М.И. Шабунин, Ю.В. Сидоров. — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2016. — 303 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/84089>

## 9.4. Программное обеспечение

- Программный комплекс «Электронные журналы», используемый для учета и анализа успеваемости обучающихся
- Microsoft VisualFoxPro Professional 9/0 Win32 Single Academic OPEN (бессрочная), (лицензия 49512935);
- Microsoft Win Home Basic 7 Russian Academic OPEN (бессрочная), (лицензия 61031351),

- Microsoft Office 2010 Russian Academic OPEN, (бессрочная) (лицензия 61031351),
- Microsoft Internet Security&Accel Server Standart Ed 2006 English Academic OPEN,(бессрочная), (лицензия 41684549),
- Microsoft Windows Professional 7 Russian Upgrade Academic OPEN, (бессрочная), (лицензия 60939880),
- Microsoft Office Professional Plus 2010 Russian Academic OPEN, (бессрочная), (лицензия 60939880),
- Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Расширенный Russian Edition. 1000-1499 Node 2 year Educational Renewal License (лицензия 2022-190513-020932-503-526), срок пользования с 2019-05-13 по 2021-04-13
- ABBYY FineReader 11 Professional Edition, (бессрочная), (лицензия AF11-2S1P01-102/AD),
- Microsoft Volume Licensing Service, (бессрочная), (лицензия 62824441),

#### **9.5. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий:**

- «Антиплагиат. ВУЗ». Лицензионный договор №194 от 22.03. 2018 года;
- Официальный Web-сайт СахГУ <http://sakhgu.ru/>; сахгу.рф
- Система независимого компьютерного тестирования в сфере образования <http://i-exam.ru/>
- Сайт научной электронной библиотеки eLIBRARY <http://elibrary.ru>
- Сайт университетской библиотеки ONLINE <http://www.biblioclub.ru/>
- Сайт электронно-библиотечной системы IPRbooks <http://www.iprbookshop.ru>
- Сайт информационной справочной системы Polpred.com [http:// polpred.com/](http://polpred.com/)
- [Allmath.ru/highermath.htm](http://Allmath.ru/highermath.htm)

#### **10 Обеспечение образовательного процесса для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Учебные и учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для слепых и слабовидящих:

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением, или могут быть заменены устным ответом;
- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;
- для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;
- письменные задания оформляются увеличенным шрифтом;
- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

Для глухих и слабослышащих:

- лекции оформляются в виде электронного документа, либо предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;
- письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;
- экзамен и зачёт проводятся в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением;
- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения предусматривается использование технических средств, необходимых в связи с индивидуальными особенностями обучающихся. Эти средства могут быть предоставлены университетом, или могут использоваться собственные технические средства.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для слепых и слабовидящих:

- в печатной форме увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла.

Для глухих и слабослышащих:

- в печатной форме;
- в форме электронного документа.

Для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме;
- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла.

Учебные аудитории для всех видов контактной и самостоятельной работы, научная библиотека и иные помещения для обучения оснащены специальным оборудованием и учебными местами с техническими средствами обучения:

Для слепых и слабовидящих:

- автоматизированным рабочим местом для людей с нарушением слуха и слабослышащих;

- акустический усилитель и колонки;

Для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- передвижными, регулируемые эргономическими партами СИ-1;
- компьютерной техникой со специальным программным обеспечением.

## **11. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

1. Учебники и учебные пособия, имеющиеся в фондах библиотеки;
2. Доступ к Интернет-ресурсам;
3. Электронные и Интернет-учебники.

Материально-техническое обеспечение включает в себя специально оборудованные кабинеты и аудитории: компьютерные классы, аудитории, оборудованные мультимедийными средствами обучения.

Использование электронных учебников в процессе обучения должно обеспечиваться наличием во время самостоятельной подготовки рабочего места для каждого обучающегося в компьютерном классе, имеющего выход в Интернет, в соответствии с объемом изучаемой дисциплины.

УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания кафедры

№ \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

### ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ

в рабочей программе дисциплины «Теория функций комплексного переменного» по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки), профиль «Математика и физика»

на 20\_\_/20\_\_ учебный год

1. В \_\_\_\_\_ вносятся следующие изменения:

*(элемент рабочей программы)*

1.1. ....;

1.2. ....;

...

1.9. ....

2. В \_\_\_\_\_ вносятся следующие изменения:

*(элемент рабочей программы)*

2.1. ....;

2.2. ....;

...

2.9. ....

3. В \_\_\_\_\_ вносятся следующие изменения:

*(элемент рабочей программы)*

3.1. ....;

3.2. ....;

...

3.9. ....

Составитель

подпись

расшифровка подписи

дата

Зав. кафедрой

подпись

расшифровка подписи