

Документ подписан простой электронной подписью Информация о владельце: ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич Должность: Ректор	МИНОВЕРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)	
Дата подписания: 02.04.2025 18:13:11 Уникальный программный ключ: 04c19ed8bfb98f3b6cb77a486b9a8788b8722737	Рабочая программа дисциплины "Теория функции комплексного переменного" по направлению подготовки (специальности) 03.03.03 "Радиофизика" направленности (профилю) Телекоммуникационные системы и информационные технологии ФГБОУ ВО «ЧелГУ»	стр. 1

## **Рабочая программа дисциплины (модуля)\***

Теория функции комплексного переменного

Направление подготовки (специальность)

03.03.03 Радиофизика

Направленность (профиль)

Телекоммуникационные системы и информационные технологии

Присваиваемая квалификация (степень)

бакалавр

Форма обучения

очная

Год набора 2023

\*Рабочая программа дисциплины (модуля) адаптирована для инклюзивного обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Челябинск 2023 г.



## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре ОПОП
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)
4. Объем дисциплины (модуля)
5. Структура и содержание дисциплины (модуля)
6. Фонд оценочных средств
  - 6.1. Перечень видов оценочных средств
  - 6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации
  - 6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации
  - 6.4. Критерии оценивания
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)
  - 7.1. Рекомендуемая литература
  - 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"
  - 7.3. Перечень информационных технологий
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Специальные условия освоения дисциплины обучающимися с инвалидностью и ограниченными возможностями здоровья



### 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины — изложить основы комплексного анализа на современном языке и в достаточно полном объёме.

Задачами изучения дисциплины являются:

- Ознакомление студентов с основными понятиями и методами теории функций комплексного переменного.
- Владение различными методами решения практических задач.
- Использование приобретённых теоретических знаний и практических навыков для решения физических задач.

Результаты обучения по дисциплине направлены на достижение индикаторов:

ОПК-2.1. Обладает навыками создания научных обзоров, публикаций, рефератов и библиографий по тематике проводимых исследований

ОПК-2.2. Демонстрирует умения обрабатывать и представлять экспериментальные данные, составлять научные документы и отчеты.

ОПК-2.3. Имеет практический опыт проведения научных исследований в конкретной области профессиональной деятельности

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Цикл (раздел) ОПОП: Б1.О.15

#### 2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Для успешного усвоения дисциплины необходимы знания, полученные в средней школе и в процессе изучения дисциплин:

Математический анализ

Линейная алгебра

#### 2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:

Теория вероятностей и математическая статистика для физиков, радиофизиков и инженеров

Методы математической физики

### 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**ОПК-2: Способен проводить экспериментальные и теоретические научные исследования объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные;**

#### Знать:

Для достижения индикатора ОПК-2.1: Знать основные понятия и методы теории функций комплексного переменного

#### Уметь:

Для достижения индикатора ОПК-2.2: Уметь решать задачи, формулируемые в рамках теории функции комплексного переменного

#### Владеть:

Для достижения индикатора ОПК-2.3: Владеть навыками использования основных понятий, законов теории функции комплексного переменного для решения задач профессиональной деятельности.

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

#### 3.1 Знать:

3.1.1 основные понятия и теоремы теории функций комплексного переменного

#### 3.2 Уметь:

3.2.1 создавать математические модели типовых профессиональных задач;

3.2.2 интерпретировать полученные результаты.

#### 3.3 Владеть:

3.3.1 Владеть методами решения профессиональных задач на основе моделей классических задач теории функций комплексного переменного.



#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость	2 ЗЕТ
Часов по учебному плану: 72 в том числе: аудиторные занятия: 36 самостоятельная работа: 32,3 контактная работа: 39,7 ИКР: 3,7	Виды контроля в семестрах:  зачеты 4

#### 5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Литература
<b>Раздел 1. Теория функций комплексного переменного</b>				
1.1	Комплексные числа /Лек/	4	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Э1 Э2 Э3
1.2	Функции комплексной переменной /Лек/	4	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Э1 Э2 Э3
1.3	Конформные отображения /Лек/	4	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Э1 Э2 Э3
1.4	Интеграл Коши /Лек/	4	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Э1 Э2 Э3
1.5	Аналитические функции и ряды Лорана /Лек/	4	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Э1 Э2 Э3
1.6	Определение комплексных чисел и операции над ними, геометрическая интерпретация. Действительная и мнимая части, модуль, аргумент, главное значение аргумента /Пр/	4	1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Э1 Э2 Э3
1.7	Тригонометрическая и показательная формы комплексного числа. Возведение в степень. Извлечение корня n-ой степени из комплексного числа /Пр/	4	1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Э1 Э2 Э3
1.8	Задание кривых и областей на комплексной плоскости с помощью неравенств и уравнений и обратная задача /Пр/	4	1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Э1 Э2 Э3
1.9	Элементарные функции комплексной переменной /Пр/	4	1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Э1 Э2 Э3
1.10	Нахождение образов кривых и областей при действии линейной, обратной, степенной и экспоненциальной функциями /Пр/	4	1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Э1 Э2 Э3
1.11	Моногенность и голоморфность функций. Условия Коши-Римана /Пр/	4	1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Э1 Э2 Э3
1.12	Дробно-линейная функция, ее свойства /Пр/	4	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Э1 Э2 Э3
1.13	Интегрирование функций комплексной переменной. Интегральная теорема Коши /Пр/	4	1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Э1 Э2 Э3
1.14	Интегральная формула Коши. Контрольная работа №1 /Пр/	4	3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Э1 Э2 Э3
1.15	Разложение функции в ряды Тейлора и Лорана /Пр/	4	1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Э1 Э2 Э3



1.16	Нахождение области сходимости /Пр/	4	1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Э1 Э2 Э3
1.17	Особые точки аналитической функции /Пр/	4	1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Э1 Э2 Э3
1.18	Вычеты в особых точках /Пр/	4	1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Э1 Э2 Э3
1.19	Преобразование Лапласа. Контрольная работа №2 /Пр/	4	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Э1 Э2 Э3
1.20	Подготовка к контрольным работам, выполнение типового расчета /Ср/	4	32,3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Э1 Э2 Э3
<b>Раздел 2. Иная контактная работа</b>				
2.1	Индивидуальные консультации, текущий контроль /ИКР/	4	3,7	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Э1 Э2 Э3

## 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 6.1. Перечень видов оценочных средств

Типовой расчет  
Контрольная работа  
Вопросы к зачету

### 6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации

Типовые контрольные задания включают в себя контрольные работы и типовой расчет по темам: «Голоморфные функции», «Вычеты».

Примерные варианты контрольных работ и типового расчета прилагаются.

### 6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации

Перечень вопросов к зачету:

1. Алгебраическая структура множества комплексных чисел. Подмножества множества комплексных чисел.
2. Геометрические интерпретации множества  $S$ .
3. Числовые последовательности. Числовые ряды.
4. Предел и непрерывность функции комплексной переменной.
5. Глобальные свойства непрерывных функций.
6. Равномерная сходимость функциональных рядов.
7. Свойства степенных рядов.
8. Моногенность и голоморфность. Условия Коши-Римана.
9. Свойства голоморфных функций.
10. Конформные отображения. Основная задача теории конформных отображений.
11. Теорема Римана.
12. Свойства дробно-линейной функции.
13. Понятие римановой поверхности.
14. Определение интеграла по комплексной переменной. Его основные свойства.
15. Интегральная теорема Коши.
16. Интеграл и первообразная.
17. Интегральная формула Коши и следствия из нее.
18. Обращение интегральной теоремы Коши.
19. Теорема Лиувилля.
20. Аналитические функции. Теорема о единственности.
21. Теорема Лорана.
22. Определение ряда Лорана. Правильная и главная части. Примеры.
23. Нули и изолированные особые точки аналитической функции.
24. Вычеты в конечных точках. Теорема о вычетах. Некоторые способы их вычисления.
25. Вычет в бесконечно удаленной точке.
26. Теорема о сумме всех вычетов.



27. Связь гармонических и аналитических функций.  
28. Свойства гармонических функций.  
29. Преобразование Лапласа.

#### 6.4. Критерии оценивания

Описание показателей и критериев оценивания компетенций для контрольной работы:

В семестре 2 контрольные работы. Максимальное количество баллов за контрольную работу – 25 баллов. В контрольной работе 4-5 заданий, каждому соответствует определенное количество баллов.

Оценка "зачтено" выставляется за 15-25 баллов, "не зачтено" - менее 15 баллов.

Описание показателей и критериев оценивания компетенций для зачета:

Продолжительность зачета – 90 минут. Зачетная работа состоит из 2-х теоретических вопросов из списка вопросов к зачету и 3-х практических заданий из вариантов контрольных работ. За каждое выполненное задание итоговой работы студент может получить 6 баллов. Если допущена одна ошибка, то задание оценивается 4-5 баллами, допущены две ошибки – 2-3 балла, если допущено более двух ошибок в задании – 1 балл, если студент не выполнил какое-либо задание из итоговой работы, то за него он получает 0 баллов. Максимальное количество баллов за зачет – 30 баллов. Полученные баллы суммируются с баллами, набранными в семестре. Зачет выставляется от 60 баллов.

При подведении итогов учитываются результаты текущей аттестации. Полученные за текущую аттестацию баллы суммируются с баллами, полученными за каждый этап при прохождении промежуточной аттестации, в том числе за посещаемость и работу на паре (максимум 10 баллов). В сумме получается 100 баллов:

Оценка "не зачтено" выставляется, если студент набрал менее 59 баллов (недостаточный уровень);

Оценка "зачтено" выставляется за 60-100 баллов

60-75 баллов (базовый уровень);

76-89 баллов (средний уровень);

90-100 баллов (высокий уровень).

Описание показателей и критериев оценивания компетенций для типового расчета:

В семестровой работе 6 заданий, каждому соответствует определенное количество баллов (задания 1,2 - 1 балл, задания 3-6 - 2 балла). Максимальное количество баллов за семестровую -10.

Оценка "зачтено" выставляется за 7-10 баллов, "не зачтено" - менее 7 баллов.

### 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

#### 7.1. Рекомендуемая литература

##### 7.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Ресурс
Л1.1	Соколенко Е. В.	Теория функций комплексных переменных. Операционное исчисление: учебное пособие ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=494812">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=494812</a> )	Ставрополь : Северо-Кавказский Федеральный университет (СКФУ), 2017	ЭБС
Л1.2	Андреищева Е.Н.	Сборник практических работ по высшей математике. Функции комплексного переменного. Операционное исчисление: учебно-методическая литература ( <a href="https://znanium.com/catalog/document?id=343905">https://znanium.com/catalog/document?id=343905</a> )	Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2019	ЭБС
Л1.3	Осадчий Ю.М.	Функции комплексного переменного. Операционное исчисление: учебное пособие ( <a href="https://znanium.com/catalog/document?id=344077">https://znanium.com/catalog/document?id=344077</a> )	Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2019	ЭБС
Л1.4	Бугров Я. С., Никольский С. М.	Высшая математика в 3 т. Том 3. В 2 кн. Книга 2. Ряды. Функции комплексного переменного: учебник для вузов ( <a href="https://urait.ru/bcode/513371">https://urait.ru/bcode/513371</a> )	Москва : Юрайт, 2023	ЭБС



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)

Рабочая программа дисциплины "Теория функции комплексного переменного" по направлению подготовки (специальности) 03.03.03 "Радиофизика" направленности (профилю) Телекоммуникационные системы и информационные технологии ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

стр. 7

### 7.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Ресурс
Л2.1	Шабат Б. В.	Введение в комплексный анализ: монография ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=464254">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=464254</a> )	Москва : Государственное издательство физико- математической литературы, 1961	ЭБС

### 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	eLIBRARY.RU [Электронный ресурс] : электронная библиотека / Науч. электрон. б-ка – URL: <a href="http://elibrary.ru/defaultx.asp">http://elibrary.ru/defaultx.asp</a>
Э2	Российский фонд фундаментальных исследований (РФФИ) - официальный сайт <a href="http://www.rfbr.ru/rffi/ru">http://www.rfbr.ru/rffi/ru</a>
Э3	Научная электронная библиотека. Монографии, изданные в издательстве Российской Академии Естествознания полнотекстовый ресурс научных и учебных изданий PAE <a href="https://www.monographies.ru/">https://www.monographies.ru/</a>

### 7.3 Перечень информационных технологий

#### 7.3.1 Программное обеспечение

MS Office365

LMS Moodle

#### 7.3.2 Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы

1. Web of Science (<https://apps.webofknowledge.com>) Web of Science : мультидисциплинарная реферативная база данных / компания Thomson Reuters. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.
2. Scopus (<https://www.scopus.com>) Scopus : реферативная база данных / Elsevier BV. – URL: <http://www.scopus.com/>. – Яз. англ. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Для реализации дисциплины используются учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения: доска, парты, мультимедийное и аудиооборудование.

Для проведения занятий лекционного типа предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий: цифровые образовательные ресурсы (мультимедийные презентации по некоторым темам лекций), различные формы наглядности (рисунки, таблицы, схемы и т.д.). Для проведения занятий лекционного типа используется переносное и / или стационарное мультимедийное оборудование (экран, ноутбук, проектор, колонки) в аудиториях 1-го и лекционного корпусов ЧелГУ.

Для семинарских занятий используются аудитории оснащенные обычной доской, партами, переносным мультимедийным и аудиооборудованием (в случае необходимости).

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с подключением к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

## 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

При изучении данной дисциплины используются лекции, практические (семинарские) занятия и самостоятельная работа студента. На лекциях и семинарских занятиях излагается основное содержание тем программы, рассматриваются основные методы и приёмы решения задач.

Для наиболее эффективного изучения дисциплины обучающемуся рекомендуется:

- посещать лекционные занятия, кратко и вдумчиво конспектировать материал лекции, с указанием даты проведения лекции и темы;
- посещать практические (семинарские) занятия, на которых рассматриваются основные методы и приёмы решения задач. Рекомендуется перед каждым практическим занятием выполнить домашнее задание, что позволит лучше усвоить предыдущий материал, и изучить лекционный материал по предстоящей теме;
- самостоятельно прорабатывать материал как после каждого занятия, так и по завершению темы, что позволяет связать воедино полученные сведения и составить цельную картину.



В случае применения при обучении дисциплины электронного обучения, дистанционных образовательных технологий общение обучающихся и преподавателя осуществляется в режиме реального времени (онлайн-лекции (вебинары), чаты, видео-конференции и др.) или отложенного времени (система дистанционного обучения Moodle, форумы, электронная почта и др.).

Большую часть времени обучающиеся самостоятельно работают с учебно-методическими материалами. Студенты имеют возможность консультироваться с преподавателем по всем вопросам, возникающим в ходе самостоятельной работы посредством электронной почты, социальных сетей и т.п.

Доступ обучающегося к учебным ресурсам в режиме отложенного времени, самостоятельной работы осуществляется через сеть Интернет в удобном для него месте, времени и темпе.

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья электронное обучение, дистанционные образовательные технологии предусматривают возможность приема-передачи информации в доступных для них формах.

Реализация дисциплины с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий (далее – ЭО, ДОТ) осуществляется на основании «Положения о реализации основных и дополнительных образовательных программ с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Челябинский государственный университет», «Положения о порядке зачета обучающимися по основным профессиональным образовательным программам высшего образования в ФГБОУ ВО «ЧелГУ» результатов освоения в организациях, осуществляющих образовательную деятельность, учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практик, дополнительных образовательных программ» посредством электронной информационно-образовательной среды ФГБОУ ВО «ЧелГУ». В исключительных случаях (форс-мажор и т.п.) при реализации образовательной деятельности с применением ЭО, ДОТ могут применяться компоненты, не входящие в перечень электронной информационно-образовательной среды.

#### **10. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ОБУЧАЮЩИМИСЯ С ИНВАЛИДНОСТЬЮ И ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Освоение дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с использованием специальных технических средств и голо информационных технологий, предоставляемых Ресурсным учебно-методическим центром по обучению инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья ЧелГУ по запросу обучающегося.

1. Мобильные специальные технические средства для лиц с нарушениями зрения: портативный компьютер с вводом/выводом шрифтом Брайля с синтезатором речи «EIBraile-W14J G2»; ноутбуки с программной экранного доступа NVDA; электронные увеличители для удаленного просмотра; видеоувеличители портативные; тифлоплеер; цифровые диктофоны.

2. Мобильные специальные технические средства для лиц с нарушениями слуха: система свободного звукового поля со встроенной совместимостью с FM-устройствами; радиоклассы «Сонет-PCM» с передатчиком, заушным индуктором и индукционной петлей; система информационная для слабослышащих переносная «Исток» А2 со встроенным плеером – звуковым информатором; документ-камера; программируемые слуховые аппараты индивидуального пользования.

3. Ассистивные информационные технологии: программное обеспечение экранного доступа с синтезом речи NVDA; программы экранного увеличения; программы речевого синтеза для компьютеров и ноутбуков; программы речевого синтеза для мобильных устройств; экранная клавиатура; экранная лупа.

При необходимости для обучающихся с нарушениями зрения на рабочих местах для проведения практических или лабораторных занятий устанавливается специальное программное обеспечение (программа речевой навигации NVDA, речевые синтезаторы, экранные лупы).

В учебные аудитории обеспечивается беспрепятственный доступ для обучающихся инвалидов и обучающихся с ограниченными возможностями здоровья. В каждой аудитории, где обучаются инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, предусматривается соответствующее количество мест для обучающихся с учетом нарушений их здоровья.

Для освоения дисциплины инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется доступ к печатным источникам, имеющимся в научной библиотеке ЧелГУ, с помощью специальных технических средств; доступ к электронным источникам, представленным в форме электронного документа в фонде научной библиотеки ЧелГУ или электронно-библиотечных системах, с помощью специальных технических и программных средств (рабочее место для незрячего пользователя с программным обеспечением экранного доступа с синтезом речи NVDA, рабочее место с компьютерным роллером и клавиатурой Clevy с большими кнопками и с разделяющей клавиши накладкой).

Учебно-методические материалы для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме шрифтом Брайля.



Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

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

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья освоение дисциплины может быть частично или полностью осуществлено с использованием дистанционных образовательных технологий (Moodle, Adobe Connect Pro и пр.).

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья используется индивидуальная работа. Под индивидуальной работой подразумевается две формы взаимодействия с преподавателем: индивидуальная учебная работа (консультации), т.е. дополнительное разъяснение учебного материала и углубленное изучение материала с теми обучающимися, которые в этом заинтересованы, и индивидуальная воспитательная работа. Индивидуальные консультации направлены на индивидуализацию обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или обучающимся с ограниченными возможностями здоровья.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине обеспечивается выполнение следующих дополнительных требований в зависимости от индивидуальных особенностей, обучающихся:

- инструкция по порядку проведения процедуры оценивания предоставляется в доступной форме (устно, в письменной форме, в письменной форме шрифтом Брайля, устно с использованием услуг сурдопереводчика);
- доступная форма предоставления заданий оценочных средств (в печатной форме, в печатной форме увеличенным шрифтом, в печатной форме шрифтом Брайля, в форме электронного документа, задания зачитываются ассистентом, задания предоставляются с использованием сурдоперевода);
- доступная форма предоставления ответов на задания (письменно на бумаге, набор ответов на компьютере, письменно шрифтом Брайля, с использованием услуг ассистента, устно).

При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями. Эти средства могут быть предоставлены ЧелГУ или могут использоваться собственные технические средства. При необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на задания, процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

### Примерный вариант типового расчета

1. Найти все сопряженные гармонические функции для функции  $u(x, y) = x^2 - y^2 - xy$ .
2. Найти аналитическую функцию  $f(z)$  по заданной  $u = \operatorname{Re} f(z)$  или  $v = \operatorname{Im} f(z)$  и условию  $f(0) = a$ :  $u = x^3 - 3xy^2 + 5x$ ,  $a = i$ .
3. Разложить функцию  $f(z)$  в ряд Тейлора в точке  $z_0$ . Найти радиус сходимости:  $f(z) = z^2 + z + 1 + \frac{2}{z-1}$ ,  $z_0 = 3$ .
4. Разложить функцию  $\frac{z+1}{z(z-1)}$  в ряд Лорана по степеням  $z-1-2i$ .
5. Для функции  $\operatorname{tg}^2 z$  найти изолированные особые точки и определить их тип.
6. Вычислить интеграл  $\int_{|z-\pi|=1} \frac{(z^2 + \pi)^2 dz}{i \sin z}$ .

### Примерные варианты контрольных работ

Контрольная №1:		
№ задания	Задание	Кол-во баллов
1	Вычислить $\left(\frac{1}{2} - i\frac{\sqrt{3}}{2}\right)^{1002}$	2
2	Возвести в степень, используя тригонометрическую или показательную форму комплексного числа, ответ записать в алгебраической форме. $\left(\frac{1+i}{1-i}\right)^3$	2
3	Извлечь корень из комплексного числа и изобразить полученное множество точек на комплексной плоскости $\sqrt[4]{i}$	2
4	Решить уравнение $z \cdot \bar{z} + 3(z - \bar{z}) = 4 + 3i$	2
5	Найти образ множества $\Omega = \left\{ \frac{\pi}{4} \leq \arg z \leq \frac{3\pi}{4}, 2 <  z  < 3 \right\}$ при действии на него следующими функциями а) $w = (3\sqrt{3} - 3i)z - 3 - 3i$ б) $w = -iz^6 - 6i$ Множество $\Omega_1 = \{ \operatorname{Im} z < 0, -\frac{\pi}{6} < \operatorname{Re} z < 0 \}$ в) $w = e^{2iz}$	2
Контрольная №2:		
№ задания	Задание	Кол-во баллов

1	<p>Вычислить интеграл <math>\int_{\Gamma} (\operatorname{Re} z + \operatorname{Im} z) dz</math>, если <math>\Gamma</math>: ломаная с вершинами в точках 0, 1, <math>1+2i</math>. Начало в точке 0.</p>	2
2	<p>Вычислить интеграл <math>\int_{\Gamma} \frac{\bar{z}}{z} dz</math>, если <math>\Gamma</math> – контур, изображенный на рисунке.</p>	2
3	<p>Разложить функцию в ряд Тейлора по степеням <math>z</math>-а. Определить круг сходимости. <math>e^z, a = -1</math></p>	2
4	<p>Вычислить интеграл <math>\int_C \frac{\sin z}{(z-1)^{99}} dz, C :  z  = 3</math></p>	2
5	<p>Найти область сходимости ряда: <math>\sum_0^{\infty} \left( \frac{z^n}{n!} + \frac{n^2}{z^n} \right)</math></p>	2



