

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Гаскаев Сергей Валерьевич  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 05.09.2025 12:05:42  
Уникальный программный ключ:  
04c19ed8bfb98f3b6cb77a486b9a8788b8322323



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

Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) «Теория функции комплексного переменного» по направлению подготовки 03.03.02 «Физика» направленности «Физика» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

стр. 1

Фонд оценочных средств  
для промежуточной аттестации  
по дисциплине (модулю)  
**Теория функции комплексного переменного**

Направление подготовки (специальность)  
**03.03.02 «Физика»**

Направленность (профиль)  
**«Физика»**

Присваиваемая квалификация  
**Бакалавр**

Форма обучения  
**Очная**

Год набора  
**2025**

Челябинск, 2025 г.



## Содержание

1. Паспорт фонда оценочных средств .....	3
2. Перечень формируемых компетенций .....	4
3. Содержание оценочных средств по дисциплине .....	5
3.1. Виды оценочных средств .....	5
3.2. Содержание оценочных средств .....	6
4. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации .....	9
4.1. Порядок проведения промежуточной аттестации .....	9
4.2. Критерии оценивания промежуточной аттестации по видам оценочных средств .....	9
4.3. Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций .....	11



## 1. Паспорт фонда оценочных средств

Направление подготовки: 03.03.02 Физика

Направленность: Физика

Дисциплина: Теория функции комплексного переменного.

Семестры: 4.

Форма промежуточной аттестации: зачет.

Балльно-рейтинговая система оценки знаний студента по дисциплине выстраивается на основе балловой оценки различных форм деятельности студентов. Для зачета суммируются баллы семестра и зачета.



## 2. Перечень формируемых компетенций

Изучение дисциплины «Теория функции комплексного переменного» направлено на формирование компетенций, приведённых в таблице 1.

Таблица 1. Результаты обучения по дисциплине.

Коды компетенции согласно ФГОС (ОПОП ВО)	Содержание компетенций согласно ФГОС (ОПОП ВО)	Индикаторы достижения компетенции согласно ОПОП	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-1	Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности	ОПК-1.1. Обладает базовыми знаниями, полученными в области физико-математических и (или) естественных наук. ОПК-1.2. Демонстрирует умение решать задачи, формулируемые в рамках физико-математических и (или) естественных наук. ОПК-1.3. Имеет навыки использования основных понятий, законов физико-математических и (или) естественных наук для решения задач профессиональной деятельности.	Знать: знать основные понятия и методы теории функций комплексного переменного Уметь: уметь решать задачи, формулируемые в рамках теории функции комплексного переменного Владеть: владеть навыками использования основных понятий, законов теории функции комплексного переменного для решения задач профессиональной деятельности



### 3. Содержание оценочных средств по дисциплине

#### 3.1. Виды оценочных средств

Таблица 2. Виды оценочных средств.

№ п/п	Код компетенции / планируемые результаты обучения	Контролируемые темы / разделы	Наименование оценочного средства для текущего контроля	Наименование оценочного средства на промежуточной аттестации
1	ОПК-1 Знать: знать основные понятия и методы теории функций комплексного переменного Уметь: уметь решать задачи, формулируемые в рамках теории функции комплексного переменного Владеть: владеть навыками использования основных понятий, законов теории функции комплексного переменного для решения задач профессиональной деятельности	<ul style="list-style-type: none"><li>– действия над комплексными числами,</li><li>– основные функции комплексного переменного,</li><li>– ряды Лорана,</li><li>– вычеты</li></ul>	Семестровая работа (типовой расчет) Контрольная работа	Вопросы к зачету

Типовые задания, критерии и показатели оценивания в рамках текущего контроля представлены в рабочей программе дисциплины (модуля). Полные комплекты оценочных средств и контрольно-измерительных материалов хранятся на кафедре.



### 3.2. Содержание оценочных средств

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

Примерный вариант контрольной работы.

Контрольная №1:		
№ задания	Задание	Кол-во баллов
1	Вычислить $\left(\frac{1}{2} - i\frac{\sqrt{3}}{2}\right)^{1002}$	5
2	Возвести в степень, используя тригонометрическую или показательную форму комплексного числа, ответ записать в алгебраической форме. $\left(\frac{1+i}{1-i}\right)^3$	5
3	Извлечь корень из комплексного числа и изобразить полученное множество точек на комплексной плоскости $\sqrt[4]{i}$	5
4	Решить уравнение $z \cdot \bar{z} + 3(z - \bar{z}) = 4 + 3i$	5
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) $w = e^{2iz}$	5
Контрольная №2:		
№ задания	Задание	Кол-во баллов
1	Вычислить интеграл $\int_{\Gamma} (\operatorname{Re} z + \operatorname{Im} z) dz$ , если $\Gamma$ : ломаная с вершинами в точках 0, 1, 1+2i. Начало в точке 0.	5
2	Вычислить интеграл $\int_{\Gamma} \frac{z}{z} dz$ , если $\Gamma$ – контур, изображенный на рисунке. 	5



3	Разложить функцию в ряд Тейлора по степеням $z$ -а. Определить круг сходимости. $e^z, a = -1$	5
4	Вычислить интеграл $\int_C \frac{\sin z}{(z-1)^{99}} dz, C:  z =3$	5
5	Найти область сходимости ряда: $\sum_0^{\infty} \left( \frac{z^n}{n!} + \frac{n^2}{z^n} \right)$	5

#### Примерный вариант типового расчета

1. Найти все сопряженные гармонические функции для функции  $u(x, y) = x^2 - y^2 - xy$ .

Найти аналитическую функцию  $f(z)$  по заданной  $u = \operatorname{Re} f(z)$  или  $v = \operatorname{Im} f(z)$  и условию

$$f(0) = a: \quad u = x^3 - 3xy^2 + 5x, \quad a = i.$$

2. Разложить функцию  $f(z)$  в ряд Тейлора в точке  $z_0$ . Найти радиус сходимости:

$$f(z) = z^2 + z + 1 + \frac{2}{z-1}, \quad z_0 = 3.$$

Разложить функцию  $\frac{z+1}{z(z-1)}$  в ряд Лорана по степеням  $z-1-2i$ .

3. Для функции  $\operatorname{tg}^2 z$  найти изолированные особые точки и определить их тип.

4. Вычислить интеграл  $\int_{|z-\pi|=1} \frac{(z^2 + \pi)^2 dz}{i \sin z}$ .



### Перечень вопросов к зачету

1. Алгебраическая структура множества комплексных чисел. Подмножества множества комплексных чисел.
2. Геометрические интерпретации множества  $\mathbb{C}$ .
3. Числовые последовательности. Числовые ряды.
4. Предел и непрерывность функции комплексной переменной.
5. Глобальные свойства непрерывных функций.
6. Равномерная сходимости 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.



#### 4. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

##### 4.1. Порядок проведения промежуточной аттестации

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 зачетной работы студент может получить 6 баллов. Если задание выполнено правильно, то оно оценивается 6 баллами. 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.

##### 4.2. Критерии оценивания промежуточной аттестации по видам оценочных средств

Оценивание ответа на зачете.

Критерии оценивания ответа на теоретический вопрос.

10-балльная шкала (уровень освоения)	Показатели	Критерии
6 баллов (высокий уровень)	1. Полнота изложения теоретического материала; 2. Полнота и правильность решения практического задания; 3. Правильность и/или аргументированность изложения	Студентом дан полный, в логической последовательности развернутый ответ на поставленный вопрос, где он продемонстрировал знания предмета в полном объеме учебной программы, достаточно глубоко осмысливает дисциплину, самостоятельно, и исчерпывающе отвечает на дополнительные вопросы, приводит собственные примеры по проблематике поставленного вопроса, решил предложенные практические задания без ошибок.
4-5 баллов (средний уровень)	(последовательность действий); 4. Самостоятельность ответа.	Студентом дан развернутый ответ на поставленный вопрос, где студент демонстрирует знания, приобретенные на лекционных и семинарских занятиях, а также полученные посредством изучения обязательных учебных материалов по курсу, дает аргументированные ответы, приводит примеры, в ответе присутствует свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается неточность в ответе. Решил предложенные практические задания с небольшими неточностями.
2-3 балла (базовый уровень)		Студентом дан ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой дисциплины, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы, знанием



		основных вопросов теории, слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры, недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа и решении практических заданий.
0-1 баллов (недостаточный уровень)		Студентом дан ответ, который содержит ряд серьезных неточностей, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы, незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов, неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Выводы поверхностны. Решение практических заданий не выполнено. Т.е. студент не способен ответить на вопросы даже при дополнительных наводящих вопросах преподавателя.

Баллы, полученные на зачете, суммируются с баллами за текущую аттестацию (контрольная работа 25 баллов (две контрольные работы) + типовой расчет (20 баллов)). Если студент набрал за семестр 60 баллов и более, то зачет выставляется автоматом.

В семестре проводится две контрольные работы. В контрольной работе 5 заданий, каждому соответствует 5 баллов. За каждую ошибку при выполнении задания снимается 1 балл. Максимальное количество баллов за контрольную работу – 25.

Оценка "Не зачтено" выставляется за 14 и менее баллов.

Оценка "Зачтено" выставляется если студент набрал 15–25 баллов.

Оценка	Зачтено	Зачтено	Зачтено	Не зачтено
Баллы	21-25 баллов	17-20 баллов	15-17 балл	14-0 баллов
Уровень освоения проверяемых компетенций	высокий	средний	базовый	недостаточный

Описание показателей и критериев оценивания компетенций для типового расчета (семестровая работа):

Типовой расчет содержит из четырех комплексных задач, каждая на 5 баллов. За каждую ошибку при выполнении задания снимается 1 балл. Максимальное количество баллов за типовой расчет – 20 баллов.



Оценка "Не зачтено" выставляется за 9 и менее баллов.

Оценка "Зачтено" выставляется если студент набрал 10–20 баллов.

Оценка	Зачтено	Зачтено	Зачтено	Не зачтено
Баллы	18-20 баллов	14-17 баллов	10-13 баллов	39-0 баллов
Уровень освоения проверяемых компетенций	высокий	средний	базовый	недостаточный

### 4.3 Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций

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

Оценка "Не зачтено" выставляется за 59 и менее баллов.

За 60-75 баллов оценка – "Зачтено" (базовый уровень)

За 76-89 баллов оценка – "Зачтено" (средний уровень)

За 90-100 баллов оценка – "Зачтено" (высокий уровень)

Особенности проведения процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья обозначены в рабочей программе дисциплины (модуля).

Уровни сформированности компетенций определяется следующим образом

1. Высокий уровень сформированности компетенций соответствует оценке зачтено:
  - предполагает формирование компетенций на высоком уровне, готовность к самостоятельной профессиональной деятельности: формируются навыки устанавливать связи между различными понятиями и с другими областями математики, навыки доказывать теоремы, навыки систематизации данных, необходимых для приложения полученных знаний в различных областях.
  - студент способен дать полное представление об основных понятиях теории функции комплексного переменного, использовать математический язык, способен решать задачи и упражнения, используя определения, теоремы и технические приёмы, формулировать собственные выводы.
2. Средний уровень соответствует оценке зачтено:
  - предполагает формирование компетенций на более высоком уровне: формируется комплексное знание связи между различными понятиями и с другими областями математики, навыки доказывать теоремы;
  - студент способен использовать математический язык, способен решать задачи и упражнения, используя определения, теоремы и технические приёмы.
  - студент способен давать развернутые ответы на теоретические вопросы дисциплины на уровне не ниже оценки «удовлетворительно».
3. Базовый уровень соответствует оценке зачтено:
  - предполагает формирование компетенций на начальном уровне: знание основных понятий и теорем теории функции комплексного переменного, необходимых для решения задач в профессиональной деятельности;
  - студент способен решать базовые задачи. Количество правильных ответов – не менее 50%.
4. Низкий уровень соответствует оценке не зачтено.



**Фонд оценочных средств дисциплины (модуля) одобрен и рекомендован:**

Проректор по учебной работе                      утверждено 24.02.25                      А.А. Саламатов

Ученым советом физического факультета

Протокол заседания № 05 от 06.02.2025

Председатель Ученого совета  
физического факультета

согласовано

М.А. Загребин

**Заседанием кафедры математического анализа**

Протокол заседания № 07 от 24.01.2025

Заведующий кафедрой

согласовано

В.Е. Федоров

Автор (составитель)

А.В. Панов

**Структура рабочей программы соответствует приказу ректора ФГБОУ ВО «ЧелГУ» от «13» апреля 2021 г. № 247-1**