

МИНОБРНАУКИ РОССИИ



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«**Российский государственный гуманитарный университет**»  
(ФГБОУ ВО «РГУ»)

ИНСТИТУТ ИНФОРМАЦИОННЫХ НАУК И ТЕХНОЛОГИЙ БЕЗОПАСНОСТИ  
Факультет информационных систем и безопасности  
Кафедра фундаментальной и прикладной математики

**ТЕОРИЯ ФУНКЦИЙ КОМПЛЕКСНОГО ПЕРЕМЕННОГО**  
**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

---

01.03.04 Прикладная математика

*Код и наименование направления подготовки/специальности*

---

Математика информационных сред

*Наименование направленности (профиля)/ специализации*

Уровень высшего образования: *бакалавриат*

Форма обучения: *Очная*

РПД адаптирована для лиц  
с ограниченными возможностями  
здоровья и инвалидов

Москва 2024

*ТЕОРИЯ ФУНКЦИЙ КОМПЛЕКСНОГО ПЕРЕМЕННОГО*

Рабочая программа дисциплины

Составители:

К. ф.-м. н., доцент кафедры фундаментальной и прикладной математики

*Д.В. Кирьянов*

УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания кафедры

фундаментальной и прикладной математики

№ 8 от 20.03.204

## ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Пояснительная записка.....	4
1.1. Цель и задачи дисциплины.....	4
1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций.....	4
1.3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	4
2. Структура дисциплины.....	5
3. Содержание дисциплины.....	5
4. Образовательные технологии.....	6
5. Оценка планируемых результатов обучения.....	6
5.1 Система оценивания.....	6
5.2 Критерии выставления оценки по дисциплине.....	7
5.3 Оценочные средства (материалы) для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....	8
6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.....	10
6.1 Список источников и литературы.....	10
6.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».....	11
6.3 Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы.....	11
7. Материально-техническое обеспечение дисциплины.....	11
8. Обеспечение образовательного процесса для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов.....	12
9. Методические материалы.....	13
9.1 Планы практических занятий.....	13
Приложение 1. Аннотация рабочей программы дисциплины.....	15

## 1. Пояснительная записка

### 1.1. Цель и задачи дисциплины

*Цель дисциплины:* ознакомить студентов с началами теории аналитических функции и богатыми прикладными вопросами в области гидродинамики, аэродинамики.

*Задачи дисциплины:* дать основные понятия теории и научить студентов самостоятельно применять теорию к учебным задачам.

### 1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция (код и наименование)	Индикаторы компетенций (код и наименование)	Результаты обучения
ОПК-1. Способен применять знание фундаментальной математики и естественно-научных дисциплин при решении задач в области естественных наук и инженерной практике	ОПК-1.1. Знает и определяет области реализации фундаментальных понятий и владеет опытом адаптации текущих задач к формальным теориям	<i>Знать:</i> основные положения теории функций комплексного переменного и операционного исчисления; <i>Уметь:</i> решать основные задачи на вычисление интегралов при помощи вычетов, на разложение функций в ряды Тейлора и Лорана задач; <i>Владеть:</i> стандартными методами теории функций комплексного переменного и операционного исчисления и их применением к решению прикладных задач.
	ОПК-1.2. Осуществляет поиск математических методов и умеет использовать необходимый теоретический материал для решения поставленных проблем.	<i>Знать:</i> основные положения теории функций комплексного переменного и операционного исчисления; <i>Уметь:</i> определять возможности применения теоретических положений и методов теории функций комплексного переменного для постановки и решения конкретных прикладных задач; <i>Владеть:</i> стандартными методами теории функций комплексного переменного и операционного исчисления и их применением к решению прикладных задач.

### 1.3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Теория функций комплексного переменного» относится к обязательной части блока дисциплин учебного плана.

Для освоения дисциплины необходимы знания, умения и владения, сформированные в ходе изучения следующих дисциплин: «Аналитическая геометрия», «Дифференциальное и интегральное исчисления одной переменной», «Дифференциальное и интегральное исчисления нескольких переменных», «Теория числовых и функциональных рядов».

В результате освоения дисциплины формируются знания, умения и владения, необходимые для изучения следующих дисциплин и прохождения практик: «Функциональный анализ», «Дифференциальные уравнения», Учебная практика (Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской деятельности)).

## 2. Структура дисциплины

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 академических часа.

### Структура дисциплины для очной формы обучения

Объем дисциплины в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении учебных занятий:

Семестр	Тип учебных занятий	Количество часов
5	Лекции	24
5	Практические занятия	32
	Всего:	56

Объем дисциплины (модуля) в форме самостоятельной работы обучающихся составляет 88 академических часов.

## 3. Содержание дисциплины

### I. Комплексная плоскость и сфера:

комплексная плоскость; прямоугольная и полярная система координат; модуль и аргумент комплексного числа: правила действия с комплексными числами; компактификация плоскости; бесконечно-удаленная точка; стереографическая проекция.

### II. Топология на комплексной плоскости:

предел последовательности; открытые и замкнутые множества на плоскости; понятие компактного множества, его свойства; связность множеств; понятие области на плоскости; путь: эквивалентность путей, кривые на плоскости; жордановы кривые, гладкие кривые, кусочно-гладкие кривые; линейная связность.

### III. Дифференцируемость и элементарные функции:

непрерывные функции; равномерная непрерывность; теорема Гейне-Кантора;  $R$ -линейные и  $C$ -линейные функции;  $R$ -дифференцируемость и  $C$ -дифференцируемость; Голоморфные (аналитические) функции; уравнение Коши-Римана; якобиан отображения; свойство конформности; геометрический и гидродинамический смысл дифференцируемости; элементарные функции и их свойства; степенные функции, многочлены, дробно-линейные функции; экспонента, тригонометрические функции; соответствия областей при отображениях элементарными функциями; круговое свойство дробно-линейных функций.

### IV. Интеграл, первообразная, теорема Коши:

определение и свойства интеграла по кривой; неравенства для интеграла; первообразная; теорема Коши для треугольника; теорема о локальной первообразной; первообразная вдоль пути; теорема о существовании первообразной вдоль пути; гомотопия путей с фиксированными концами замкнутых путей; общая теорема Коши; частные случаи теоремы Коши; односвязные и не односвязные области; теорема о глобальной первообразной; интегральная формула Коши; теорема о среднем.

### V. Ряды Тейлора и ряды Лорана:

теорема Тейлора; неравенства Коши; теорема Лиувилля; лемма Абеля; круг сходимости; формула Коши-Адамара для радиуса круга сходимости; голоморфность суммы степенного ряда; теорема Морера; единственность коэффициентов ряда Тейлора; порядок нуля

голоморфной функции; теоремы об обращении в нуль; теорема единственности для голоморфных функций; теорема Лорана; теорема Вейерштрассе о равномерно сходящемся ряде голоморфных функций.

#### VI. Геометрические принципы:

Принцип сохранения области; принцип максимума модуля; принцип аргумента; теорема Лиувилля и доказательство на ее основе теоремы о корнях многочлена над комплексным полем.

#### VII. Изолированные особые точки, полюса и существенные особенности:

устранимые особые точки, полюса и существенные особенности; исследование изолированных особых точек с помощью рядов Лорана; теорема Сохоцкого; вычеты: теорема о вычетах, методы нахождения вычетов и интегралов; лемма Жордана.

### 4. Образовательные технологии

Для проведения *занятий лекционного типа* по дисциплине применяются такие образовательные технологии как проблемная лекция, лекция-беседа.

Для проведения *практических занятий* используются такие образовательные технологии как: решение и обсуждение вопросов и задач, развернутая беседа с обсуждением доклада.

В рамках *самостоятельной работы* студентов проводится консультирование и проверка домашних заданий посредством электронной почты.

В период временного приостановления посещения обучающимися помещений и территории РГГУ для организации учебного процесса с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий могут быть использованы следующие образовательные технологии:

- видео-лекции;
- онлайн-лекции в режиме реального времени;
- электронные учебники, учебные пособия, научные издания в электронном виде и доступ к иным электронным образовательным ресурсам;
- системы для электронного тестирования;
- консультации с использованием телекоммуникационных средств.

### 5. Оценка планируемых результатов обучения

#### 5.1 Система оценивания

Форма контроля	Макс. количество баллов	
	За одну работу	Всего
Текущий контроль:		
- опрос	5 баллов	5 баллов
- Контрольная работа	15 баллов	15 баллов
- РГР	25 баллов	25 баллов
- доклад	15 баллов	15 баллов
Промежуточная аттестация - экзамен (Экзамен по билетам)		40 баллов
<b>Итого за семестр</b>		<b>100 баллов</b>

Полученный совокупный результат конвертируется в традиционную шкалу оценок и в шкалу оценок Европейской системы переноса и накопления кредитов (European Credit Transfer System; далее – ECTS) в соответствии с таблицей:

100-балльная шкала	Традиционная шкала		Шкала ECTS
95 – 100	Отлично	зачтено	A
83 – 94			B
68 – 82	Хорошо		C
56 – 67	Удовлетворительно		D
50 – 55			E
20 – 49	Неудовлетворительно	не зачтено	FX
0 – 19			F

## 5.2 Критерии выставления оценки по дисциплине

Баллы/ Шкала ECTS	Оценка по дисциплине	Критерии оценки результатов обучения по дисциплине
100-83/ A,B	отлично	<p>Выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил теоретический и практический материал, может продемонстрировать это на занятиях и в ходе промежуточной аттестации.</p> <p>Обучающийся исчерпывающе и логически стройно излагает учебный материал, умеет увязывать теорию с практикой, справляется с решением задач профессиональной направленности высокого уровня сложности, правильно обосновывает принятые решения.</p> <p>Свободно ориентируется в учебной и профессиональной литературе.</p> <p>Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущей и промежуточной аттестации.</p> <p>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «высокий».</p>
82-68/ C	хорошо	<p>Выставляется обучающемуся, если он знает теоретический и практический материал, грамотно и по существу излагает его на занятиях и в ходе промежуточной аттестации, не допуская существенных неточностей.</p> <p>Обучающийся правильно применяет теоретические положения при решении практических задач профессиональной направленности разного уровня сложности, владеет необходимыми для этого навыками и приёмами.</p> <p>Достаточно хорошо ориентируется в учебной и профессиональной литературе.</p> <p>Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущей и промежуточной аттестации.</p> <p>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «хороший».</p>
67-50/ D,E	удовлетворительно	<p>Выставляется обучающемуся, если он знает на базовом уровне теоретический и практический материал, допускает отдельные ошибки при его изложении на занятиях и в ходе промежуточной аттестации.</p> <p>Обучающийся испытывает определённые затруднения в применении теоретических положений при решении практических задач профессиональной направленности стандартного уровня сложности, владеет необходимыми для этого базовыми навыками и приёмами.</p> <p>Демонстрирует достаточный уровень знания учебной литературы по дисциплине.</p> <p>Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущей и промежуточной аттестации.</p> <p>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «достаточный».</p>
49-0/ F,FX	неудовлетворительно	<p>Выставляется обучающемуся, если он не знает на базовом уровне теоретический и практический материал, допускает грубые ошибки при его изложении на занятиях и в ходе промежуточной аттестации.</p> <p>Обучающийся испытывает серьёзные затруднения в применении теоретических положений при решении практических задач профессиональной направленности стандартного уровня сложности, не владеет необходимыми для этого навыками и приёмами.</p> <p>Демонстрирует фрагментарные знания учебной литературы по дисциплине.</p> <p>Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов</p>

Баллы/ Шкала ECTS	Оценка по дисциплине	Критерии оценки результатов обучения по дисциплине
		текущей и промежуточной аттестации. Компетенции на уровне «достаточный», закреплённые за дисциплиной, не сформированы.

### 5.3 Оценочные средства (материалы) для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

#### Текущий контроль

##### Примерные темы докладов

1. История теории вычетов. Гельфонд А.О. и его вклад в развитие теории вычетов.
2. Приложение теории вычетов.
3. Особые точки и нули.
4. Конформные отображения.
5. Преобразование Лапласа и его приложения.
6. Геометрия дробно-линейных отображений.

##### Примерный вариант контрольной работы

1. Изобразить на комплексной плоскости множество точек:  $2 < |z - 1 + 2i| < 5$
2. Найти значения функций:  $\operatorname{Ln}(1 + 5i)$ ;  $\left(\frac{1+i}{\sqrt{2}}\right)^{1-i}$ ;  $(3 + 4i)^{i-2}$
3. По определению производной найти производную следующей функции:  $\cos z$
4. Является ли регулярной функция  $\operatorname{Re} z$ ?
5. Найти регулярную функцию  $\operatorname{Im} f(z) = 2e^x \cos y$ ,  $f(0) = 2(1 + i)$ .

##### Примерный вариант расчетно-графической работы

1. Указать образ при отображении  $w = \frac{3}{z}$ .
2. Найти линейную функцию отображающую круг  $|z + i| < 1$  в круг  $|w - 1| < 3$ .
3. Найти дробно-линейную функцию, переводящую полуплоскость  $\operatorname{Im} z < 1$  в круг  $|w + i| < 2$  так, чтобы точка  $z = 0$  перешла в точку  $w = 1 - i$ .
4. Вычислить интеграл  $\int_L (iz^2 - 2z) dz$ , где  $L$  - произвольная линия, соединяющая точки  $z_1 = i$ ,  $z_2 = 1$ .
5. Исследовать на сходимость ряд  $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{\cos n + i \sin n}{n^3}$ .
6. Разложить в ряд по степеням  $z$  функцию:  $(1 - z + 2z^2) \sin \frac{1}{z}$ .
7. Разложить в ряд по степеням  $z$  функцию  $\frac{1}{(z-2)^2}$  в круге  $|z| < 1$ .
8. Найти вычеты в особых, точках если функция  $\frac{1}{z(1 - e^{2z})}$



9. Вычислить интеграл с помощью вычетов  $\int_L \frac{dz}{(x-1)^2(z^2+1)}$ , где  $L$  – окружность

$$(x-1)^2 + (y-1)^2 = 2$$

10. Найти число корней многочлена  $P(z) = z^2 + 5z - 1$ , лежащих в кольце  $1 < |z| < 2$ .

### Промежуточная аттестация

#### *Примерные контрольные вопросы по курсу*

1. Комплексная плоскость. Прямоугольная и полярная система координат.
2. Модуль и аргумент комплексного числа.
3. Правила действия с комплексными числами.
4. Компактификация плоскости. Бесконечно-удаленная точка.
5. Стереографическая проекция.
6. Предел последовательности.
7. Открытые и замкнутые множества на плоскости.
8. Компактное множество, его свойства.
9. Связность.
10. Понятие области на плоскости.
11. Путь: эквивалентность путей, кривые на плоскости.
12. Жордановы кривые, гладкие кривые, кусочно гладкие кривые.
13. Линейная связность.
14. Непрерывные функции.
15. Равномерная непрерывность.
16. Теорема Гейне-Кантора.
17. R-линейные и C-линейные функции.
18. R-дифференцируемость и C-дифференцируемость.
19. Голорморфные (аналитические) функции.
20. Уравнение Коши-Римана.
21. Свойство конформности.
22. Геометрический и гидродинамический смысл дифференцируемости.
23. Степенные функции.
24. Многочлены.
25. Дробно-линейные функции.
26. Экспонента.
27. Тригонометрические функции.
28. Круговое свойство дробно-линейных функций.
29. Свойства интеграла.
30. Оценка интеграла.
31. Первообразная.
32. Теорема Коши для треугольника.
33. Теорема о локальной первообразной.
34. Первообразная вдоль пути. Теорема о существовании первообразной вдоль пути.
35. Гомотопия путей с фиксированными концами замкнутых путей.
36. Общая теорема Коши.
37. Односвязные и неодносвязные области.
38. Теорема о глобальной первообразной.
39. Интегральная формула Коши.
40. Теорема о среднем.

41. Теорема Тейлора.
42. Неравенства Коши.
43. Теорема Лиувилля.
44. Лемма Абеля.
45. Круг сходимости.
46. Формула Коши-Адамара для радиуса круга сходимости.
47. Голоморфность суммы степенного ряда.
48. Теорема Морера.
49. Единственность коэффициентов ряда Тейлора и ряда Тейлора.
50. Порядок нуля голоморфной функции.
51. Теоремы об обращении в нуль (теорема о нулях).
52. Теорема единственности для голоморфных функций.
53. Теорема Лорана.
54. Теорема Вейерштрасса.
55. Принцип сохранения области.
56. Принцип максимума модуля.
57. Принцип аргумента.
58. Главная и правильная часть ряда Лорана.
59. Устранимые особые точки.
60. Полюс.
61. Существенные особенности.
62. Теорема Сохоцкого.
63. Вычеты.
64. Теорема о вычетах.
65. Лемма Жордана.
66. Применения (Т.Лиувилля) к доказательству Великой теоремы алгебры — теоремы о существовании корня многочлена с коэффициентом из комплексного поля.

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 6.1 Список источников и литературы

#### Литература

##### Основная

1. Свешников, А. Г. Теория функций комплексной переменной: учебник / А.Г. Свешников, А.Н. Тихонов, - 6-е изд. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 336 с.: ISBN 978-5-9221-0133-2. - Текст : электронный. - URL: <https://new.znanium.com/catalog/product/544573>
2. Волковыский Л. И. Сборник задач по теории функций комплексного переменного: учебное пособие для студентов высших учебных заведений / Л. И. Волковыский, Г. Л. Лунц, И. Г. Араманович. - Изд. 4-е, перераб. - Москва: Физматлит, 2006. - 312 с.
3. Свешников, А. Г. Теория функций комплексной переменной: учебник / А.Г. Свешников, А.Н. Тихонов, - 6-е изд. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 336 с.: ISBN 978-5-9221-0133-2. - Текст : электронный. - URL: <https://new.znanium.com/catalog/product/544573>
4. Жаров В.К., Максимов В.М., Марданов А.П. Теория и практика: функции комплексных переменных. М.:Янус, 2022 — 250 с.
5. Аксенов, А. П. Теория функций комплексной переменной в 2 ч.: учебник и практикум для вузов / А. П. Аксенов. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 313 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-7417-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/508105>

6. Сборник задач по высшей математике в 4 ч. Часть 3 : учебное пособие для вузов / А. С. Пospelov [и др.] ; под редакцией А. С. Пospelova. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 395 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-7930-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/537722> (дата обращения: 01.04.2024).

#### *Дополнительная*

1. Лаврентьев М. А. Методы теории функций комплексного переменного. - Изд. 6-е, стер. - М.: Лань, 2002. - 688 с.
2. Шабунин М. И. Теория функций комплексного переменного: учебник для студентов вузов / М. И. Шабунин, Ю. В. Сидоров. - М.: Лаб. базовых знаний: Юнимедиастайл : Физматлит, 2002. - 246 с.
3. Эйдерман, В. Я. Теория функций комплексного переменного и операционное исчисление : учебное пособие для вузов / В. Я. Эйдерман. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 263 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-05498-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/538317> (дата обращения: 01.04.2024).

### **6.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».**

1. Чубукова И.А. Data Mining. Учеб. курс НОУ ИНТУИТ [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.intuit.ru/department/database/datamining/>
2. Учебно-образовательная физико-математическая библиотека на портале МИР МАТЕМАТИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library.htm>
3. Официальный портал проекта R [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.r-project.org/>
4. Imaginary Numbers are Real. Канал на YouTube [https://www.youtube.com/playlist?list=PLiaHhY2iBX9g6KIvZ\\_703G3KJXapKkNaF](https://www.youtube.com/playlist?list=PLiaHhY2iBX9g6KIvZ_703G3KJXapKkNaF)
5. В.В.Власов Комплексный анализ. Лекции ВМК МГУ. <https://teach-in.ru/course/vlasov-complex-analysis>
6. Национальная электронная библиотека (НЭБ) [www.rusneb.ru](http://www.rusneb.ru)
7. ELibrary.ru Научная электронная библиотека [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru)

### **6.3 Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы**

Доступ к профессиональным базам данных: <https://liber.rsu.ru/ru/bases>

Информационные справочные системы:

1. Консультант Плюс
2. Гарант

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

Для обеспечения дисциплины используется материально-техническая база образовательного учреждения: учебные аудитории, оснащённые доской, компьютером или ноутбуком, проектором (стационарным или переносным) для демонстрации учебных материалов.

Состав программного обеспечения:

1. Windows
2. Microsoft Office
3. Kaspersky Endpoint Security

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

В ходе реализации дисциплины используются следующие дополнительные методы обучения, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в зависимости от их индивидуальных особенностей:

- 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: устройством для сканирования и чтения с камерой SARA CE; дисплеем Брайля PAC Mate 20; принтером Брайля EmBraille ViewPlus;
- для глухих и слабослышащих: 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.

## 9. Методические материалы

### 9.1 Планы практических занятий

#### Тема 1. Комплексная плоскость и сфера.

*Цель занятия:* усвоить понятие множества комплексной плоскости.

Форма проведения – решение и обсуждение задач.

*Примерные задачи для решения в аудитории:*

Решать задачи из книги:

Волковський Л. И. Сборник задач по теории функций комплексного переменного: учебное пособие для студентов высших учебных заведений / Л. И. Волковський, Г. Л. Лунц, И. Г. Араманович. - Изд. 4-е, перераб. - Москва: Физматлит, 2006. - 312 с. [2, осн.лит.]

А.: №№ 1.2-1.12, 1.24-1.40.1.62-1.68, 1.82 (четн.)

Д.: №№ 1.1-1.11, 1.23-1.39, 1.61-1.69, 1.83 (нечет.)

*Контрольные вопросы:* Комплексная плоскость. Прямоугольная и полярная система координат. Модуль и аргумент комплексного числа. Правила действия с комплексными числами. Компактификация плоскости. Бесконечно-удаленная точка. Стереографическая проекция. Предел последовательности. Открытые и замкнутые множества на плоскости. Компактное множество, его свойства. Связность. Понятие области на плоскости. Путь: эквивалентность путей, кривые на плоскости. Жордановы кривые, гладкие кривые, кусочно гладкие кривые. Линейная связность. Непрерывные функции.

#### Тема 2. Топология на комплексной плоскости.

*Цель занятия:* овладеть навыками решения практических задач по данной теме.

Форма проведения – решение и обсуждение задач.

*Примерные задачи для решения в аудитории:*

Решать задачи из книги:

Волковський Л. И. Сборник задач по теории функций комплексного переменного: учебное пособие для студентов высших учебных заведений / Л. И. Волковський, Г. Л. Лунц, И. Г. Араманович. - Изд. 4-е, перераб. - Москва: Физматлит, 2006. - 312 с. [2, осн.лит.]

А.: 2.8, 2.12, 2.18, 2.24, 2.28, 2.36, 2.90, 2.108

Д.: 2.9, 2.11, 2.17, 2.25, 2.37, 2.87, 2.91, 2.107

*Контрольные вопросы:* Равномерная непрерывность. Теорема Гейне-Кантора. R-линейные и C-линейные функции. R-дифференцируемость и C-дифференцируемость. Голоморфные (аналитические) функции. Уравнение Коши-Римана. Свойство конформности. Геометрический и гидродинамический смысл дифференцируемости. Степенные функции. Многочлены. Дробно-линейные функции. Экспонента. Тригонометрические функции. Круговое свойство дробно-линейных функций.

#### Тема 3. Дифференцируемость и элементарные функции.

*Цель занятия:* усвоение основных теоретических положений с целью их применения к решению задач.

Форма проведения – решение и обсуждение задач.

*Примерные задачи для решения в аудитории:*

Решать задачи из книги:

Волкововский Л. И. Сборник задач по теории функций комплексного переменного: учебное пособие для студентов высших учебных заведений / Л. И. Волкововский, Г. Л. Лунц, И. Г. Араманович. - Изд. 4-е, перераб. - Москва: Физматлит, 2006. - 312 с. [2, осн.лит.]

А.: 2.146 - 2.192 (четн.)

Д.: 2.147 - 2.193 (нечетн.)

*Контрольные вопросы:* Оценка интеграла. Первообразная. Теорема Коши для треугольника. Теорема о локальной первообразной. Первообразная вдоль пути. Теорема о существовании первообразной вдоль пути. Гомотопия путей с фиксированными концами замкнутых путей. Общая теорема Коши. Односвязные и неодносвязные области. Теорема о глобальной первообразной. Интегральная формула Коши. Теорема о среднем. Теорема Тейлора. Неравенства Коши. Теорема Лиувилля. Лемма Абеля. Круг сходимости.

#### **Тема 4. Интеграл, первообразная. Теорема Коши.**

*Цель занятия:* усвоение основных теоретических положений с целью их применения к решению задач.

Форма проведения – решение и обсуждение задач.

*Примерные задачи для решения в аудитории:*

Решать задачи из книги:

Волкововский Л. И. Сборник задач по теории функций комплексного переменного: учебное пособие для студентов высших учебных заведений / Л. И. Волкововский, Г. Л. Лунц, И. Г. Араманович. - Изд. 4-е, перераб. - Москва: Физматлит, 2006. - 312 с. [2, осн.лит.]

А.: 3.1 – 3.13 (нечетн.), 3.21, 3.27, 3.33, 3.41-3.63 (нечетн.)

Д.: 3.2 – 3.14 (четн.), 3.22, 3.28, 3.34, 3.40-3.62 (четн.)

*Контрольные вопросы:* Формула Коши-Адамара для радиуса круга сходимости. Голоморфность суммы степенного ряда. Теорема Морера. Единственность коэффициентов ряда Тейлора и ряда Тейлора. Порядок нуля голоморфной функции. Теоремы об обращении в нуль (теорема о нулях). Теорема единственности для голоморфных функций. Теорема Лорана. Теорема Вейерштрасса. Принцип сохранения области.

#### **Тема 5. Ряды Тейлора и ряды Лорана.**

*Цель занятия:* усвоение основных теоретических положений с целью их применения к решению задач.

Форма проведения – решение и обсуждение задач.

*Примерные задачи для решения в аудитории:*

Решать задачи из книги:

Волкововский Л. И. Сборник задач по теории функций комплексного переменного: учебное пособие для студентов высших учебных заведений / Л. И. Волкововский, Г. Л. Лунц, И. Г. Араманович. - Изд. 4-е, перераб. - Москва: Физматлит, 2006. - 312 с. [2, осн.лит.]

А.: 3.67 – 3.107 (нечетн.), 4.1 – 4.205 (нечетные через 4)

Д.: 3.68 – 3.108 (четн.), 4.2 – 4.206 (четные через 4)

*Контрольные вопросы:* Принцип максимума модуля. Принцип аргумента. Главная и правильная часть ряда Лорана. Устранимые особые точки. Полюс. Существенные особенности. Теорема Сохоцкого. Вычеты. Теорема о вычетах. Лемма Жордана. Применения (Т.Лиувилля) к доказательству Великой теоремы алгебры — теоремы о существовании корня многочлена с коэффициентом из комплексного поля.

## АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Теория функций комплексного переменного» реализуется на факультете информационных систем и безопасности кафедрой фундаментальной и прикладной математики.

Цель дисциплины: ознакомить студентов с началами теории аналитических функции и богатыми прикладными вопросами в области гидродинамики, аэродинамики.

Задачи: дать основные понятия теории и научить студентов самостоятельно применять теорию к учебным задачам.

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций:

- ОПК-1. Способен применять знание фундаментальной математики и естественно-научных дисциплин при решении задач в области естественных наук и инженерной практике.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

*Знать:* основные положения теории функций комплексного переменного и операционного исчисления;

*Уметь:* определять возможности применения теоретических положений и методов теории функций комплексного переменного для постановки и решения конкретных прикладных задач; решать основные задачи на вычисление интегралов при помощи вычетов, на разложение функций в ряды Тейлора и Лорана задач;

*Владеть:* стандартными методами теории функций комплексного переменного и операционного исчисления и их применением к решению прикладных задач.

По дисциплине предусмотрена промежуточная аттестация в форме экзамена.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетные единицы.

**ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ<sup>1</sup>**

№	Текст актуализации или прилагаемый к РПД документ, содержащий изменения	Дата	№ протокола

---

<sup>1</sup> Для ОП ВО магистратуры изменения только за 2020 г.