

МИНОБРНАУКИ РОССИИ



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**«Российский государственный гуманитарный университет»
(ФГБОУ ВО «РГГУ»)**

ИНСТИТУТ ИНФОРМАЦИОННЫХ НАУК И ТЕХНОЛОГИЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Факультет информационных систем и безопасности
Кафедра фундаментальной и прикладной математики

**ТЕОРИЯ ФУНКЦИЙ КОМПЛЕКСНОГО ПЕРЕМЕННОГО
РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Направление подготовки 01.03.04 Прикладная математика
Направленность (профиль) Математика информационных сред

Уровень квалификации выпускника - бакалавр
Форма обучения - очная

РПД адаптирована для лиц
с ограниченными возможностями
здоровья и инвалидов

Москва 2019

ТЕОРИЯ ФУНКЦИЙ КОМПЛЕКСНОГО ПЕРЕМЕННОГО

Рабочая программа дисциплины

Составители:

Д. пед. н., профессор, зав. кафедрой фундаментальной и прикладной математики
В.К. Жаров

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

Технический редактор:

специалист по УМР 1 категории кафедры фундаментальной и прикладной математики
Гусева Т.А.

Ответственный редактор

Д. пед. н., профессор, зав. кафедрой фундаментальной и прикладной математики
В.К. Жаров

УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания кафедры
фундаментальной и прикладной математики
№ 13 от 28.06.19

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Пояснительная записка

1.1 Цель и задачи дисциплины

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

1.3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

2. Структура дисциплины

3. Содержание дисциплины

4. Образовательные технологии

5. Оценка планируемых результатов обучения

5.1. Система оценивания

5.2. Критерии выставления оценки по дисциплине

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

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Список источников и литературы

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

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

9. Методические материалы

9.1. Планы практических занятий

Приложения

Приложение 1. Аннотация дисциплины

Приложение 2. Лист изменений

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 Б1 «Дисциплины (модули)» учебного плана.

Для освоения дисциплины необходимы знания, умения и владения, сформированные в ходе изучения следующих дисциплин: «Аналитическая геометрия», «Дифференциальное и интегральное исчисление», «Теория числовых и функциональных рядов», «Теория интегралов и неявных функций».

В результате освоения дисциплины формируются знания, умения и владения, необходимые для изучения следующих дисциплин и прохождения практик:

«Функциональный анализ», «Символьные методы решения дифференциальных уравнений», Учебная практика (Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской деятельности)).

2. Структура дисциплины

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч., в том числе контактная работа обучающихся с преподавателем 56 ч., промежуточная аттестация 18 ч., самостоятельная работа обучающихся 70 ч.

№ п/п	Раздел дисциплины/темы	Семестр	Виды учебной работы (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			контактная		Промежуточная аттестация	Самостоятельная работа	
			Лекции	Практические занятия			
1	Комплексная плоскость и сфера	5	2	6		12	
2	Топология на комплексной плоскости	5	4	6		12	Доклад, выдача РГР
3	Дифференцируемость и элементарные функции	5	6	6		16	Контрольная работа, опрос
4	Интеграл, первообразная. Теорема Коши	5	6	6		14	опрос
5	Ряды Тейлора и ряды Лорана	5	6	8		16	Защита РГР, доклады
6	Экзамен	5			18		Экзамен по билетам
	Итого:		24	32	18	70	

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; Голломорфные (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 неодносвязные 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 функции.

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

№ п/п	Наименование раздела	Виды учебных занятий	Образовательные технологии
1	2	3	4
1	Комплексная плоскость и сфера	Лекция Практические занятия Самостоятельная работа	Лекция-беседа Решение и обсуждение задач, обсуждение докладов Консультирование и проверка домашних заданий посредством электронной почты
2	Топология на комплексной плоскости	Лекция Практические занятия Самостоятельная работа	Проблемная лекция Решение и обсуждение задач Консультирование и проверка домашних заданий посредством электронной почты
3	Дифференцируемость и элементарные функции	Лекция Практические занятия Самостоятельная работа	Лекция-беседа Решение и обсуждение задач Консультирование и проверка домашних заданий посредством электронной почты

4	Интеграл, первообразная. Теорема Коши	Лекция	Проблемная лекция
		Практические занятия	Решение и обсуждение задач
		Самостоятельная работа	Консультирование и проверка домашних заданий посредством электронной почты
5	Ряды Тейлора и ряды Лорана	Лекция	Проблемная лекция
		Практические занятия	Решение и обсуждение задач, обсуждение докладов
		Самостоятельная работа	Консультирование и проверка домашних заданий посредством электронной почты

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 по билетам)		40 баллов
Итого за семестр (дисциплину) Экзамен		100 баллов

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	A	
83 – 94		B	
68 – 82	хорошо	зачтено	
56 – 67	удовлетворительно		D
50 – 55			E
20 – 49	неудовлетворительно	FX	
0 – 19		не зачтено	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»	Выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил теоретический и практический материал, может продемонстрировать это на занятиях и в ходе промежуточной аттестации. Обучающийся исчерпывающе и логически стройно излагает учебный материал, умеет увязывать теорию с практикой,

Баллы/ Шкала ECTS	Оценка по дисциплине	Критерии оценки результатов обучения по дисциплине
		<p>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 выставляются обучающемуся с учётом результатов текущей и промежуточной аттестации.</p> <p>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «высокий».</p>
82-68/ С	«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 выставляются 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 выставляются 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 выставляются обучающемуся с учётом результатов текущей и промежуточной аттестации.</p> <p>Компетенции на уровне «достаточный», закреплённые за дисциплиной, не сформированы.</p>

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. Голоморфные (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 не односвязные 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.

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.

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. Перечень современных профессиональных баз данных (БД) и информационно-справочных систем (ИСС)

№п/п	Наименование
1	Международные реферативные наукометрические БД, доступные в рамках национальной подписки в 2019 г. Web of Science Scopus
2	Профессиональные полнотекстовые БД, доступные в рамках национальной подписки в 2019 г. Журналы Cambridge University Press ProQuest Dissertation & Theses Global SAGE Journals Журналы Taylor and Francis
3	Компьютерные справочные правовые системы Консультант Плюс, Гарант

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для материально-технического обеспечения дисциплины необходимы:

- учебная аудитория,
- доска,
- проектор (стационарный или переносной),
- компьютер или ноутбук,
- программное обеспечение (ПО).

Перечень программного обеспечения (ПО)

№п/п	Наименование ПО	Производитель	Способ распространения
1	Microsoft Office 2010 Pro	Microsoft	лицензионное
2	Windows XP / Windows 7 / Windows 10	Microsoft	лицензионное
3	Kaspersky Endpoint Security	Kaspersky	лицензионное

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:

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. [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:

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. [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. \mathbb{R} -линейные и \mathbb{C} -линейные функции. \mathbb{R} -дифференцируемость и \mathbb{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:

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. [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:

Волковвыский Л. И. Сборник задач по теории функций комплексного переменного: учебное пособие для студентов высших учебных заведений / Л. И. Волковвыский, 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:

Волковвыский Л. И. Сборник задач по теории функций комплексного переменного: учебное пособие для студентов высших учебных заведений / Л. И. Волковвыский, 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. Полус. 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.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

АННОТАЦИЯ 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

№	Текст актуализации или прилагаемый к РПД документ, содержащий изменения	Дата	№ протокола
1	Приложение к листу изменений №1	22.06.20	13

1. Структура дисциплины (п.2 для набора 2020г.)

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 з.е., 152 ч., в том числе контактная работа обучающихся с преподавателем 56 ч., промежуточная аттестация 18 ч., самостоятельная работа обучающихся 78 ч.

Таблица 1

№ п/п	Раздел дисциплины/темы	Семестр	Виды учебной работы (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			контактная		Промежуточная аттестация	Самостоятельная работа	
			Лекции	Практические занятия			
1	Комплексная плоскость и сфера	5	2	6		12	
2	Топология на комплексной плоскости	5	4	6		14	Доклад, выдача РГР
3	Дифференцируемость и элементарные функции	5	6	6		18	Контрольная работа, опрос
4	Интеграл, первообразная. Теорема Коши	5	6	6		16	опрос
5	Ряды Тейлора и ряды Лорана	5	6	8		18	Защита РГР, доклады
6	Экзамен	5			18		Экзамен по билетам
	Итого:		24	32	18	78	

2. Образовательные технологии (к п.4 на 2020г.)

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.

3. Перечень современных профессиональных баз данных (БД) и информационно-справочных систем (ИСС) (к п. 6.2 на 2020г.)

Таблица 2

№ п/п	Наименование
1	Международные реферативные наукометрические БД, доступные в рамках

	национальной подписки в 2020 г. Web of Science Scopus
2	Профессиональные полнотекстовые БД, доступные в рамках национальной подписки в 2020 г. Журналы Cambridge University Press SAGE Journals Журналы Taylor and Francis
3	Компьютерные справочные правовые системы Консультант Плюс, Гарант

4. Перечень программного обеспечения (ПО) (к п.7 на 2020г.)

Таблица 3

№ п/п	Наименование ПО	Производитель	Способ распространения (лицензионное или свободно распространяемое)
1	Microsoft Office 2010 Pro	Microsoft	лицензионное
2	Windows XP/ Windows 7 / Windows 10	Microsoft	лицензионное
3	Kaspersky Endpoint Security	Kaspersky	лицензионное
4	Zoom	Zoom	лицензионное