

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Наумова Наталия Александровна
Должность: Ректор
Дата подписания: 24.10.2024 14:21:41
Уникальный программный ключ:
6b5279da4e034bff679172803da5b791912

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

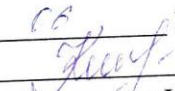
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРОСВЕЩЕНИЯ»
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРОСВЕЩЕНИЯ)

Физико-математический факультет
Кафедра высшей алгебры, математического анализа и геометрии

Согласовано

деканом факультета

« 29 » 06 2023 г.


/Кулешова Ю.Д./

Рабочая программа дисциплины

Теория функции действительного и комплексного переменного

Направление подготовки
03.03.02 Физика

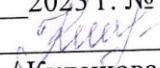
Профиль:
Теоретическая и математическая физика

Квалификация
Бакалавр

Форма обучения
Очная

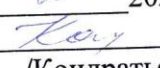
Согласовано учебно-методической комиссией
физико-математического факультета

Протокол « 29 » 06 2023 г. № 10

Председатель УМКом 
/Кулешова Ю.Д./

Рекомендовано кафедрой высшей
алгебры, математического анализа и
геометрии

Протокол от « 24 » 05 2023 г. № 1

Зав. кафедрой 
/Кондратьева Г.В./

Мытищи
2023

Автор-составитель:
Бедрикова Е.А. кандидат физико-математических наук

Рабочая программа дисциплины «Теория функции действительного и комплексного переменного» составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 03.03.02. Физика, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ России от 07.08.2020г. № 891.

Дисциплина входит в модуль «Дисциплины математического цикла» части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» и является обязательной для изучения.

Год начала подготовки (по учебному плану) 2023

СОДЕРЖАНИЕ

1. Планируемые результаты обучения	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы	5
3. Объем и содержание дисциплины	5
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся	6
5. Фонд оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации по дисциплине	8
6. Учебно-методическое и ресурсное обеспечение дисциплины	17
7. Методические указания по освоению дисциплины	19
8. Информационные технологии для осуществления образовательного процесса по дисциплине	19
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины	20

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

1.1. Цель и задачи дисциплины

Цель освоения дисциплины:

Данный курс ставит себе целью показать происхождение и развитие таких фундаментальных понятий математики как число, множество, функция, а также познакомить студентов с современной теорией множеств, теорией меры и интеграла, играющих огромную роль в различных областях математики.

Задачи дисциплины:

Задачи изучения дисциплины заключаются в овладении основными понятиями теории функций комплексного и действительного переменного. Методы и идеи теории функций способствовали возникновению ряда новых математических дисциплин и, кроме того, проникли в такие области математики как топология, теория вероятностей, функциональный анализ, теория аналитических функций, вариационное исчисление, дифференциальные уравнения, теоретическая физика и др.

1.2. Планируемые результаты обучения

В результате освоения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции:

ДПК-2. Способен освоить современные концепции, теории, законы и методы в области физики, математики и информатики, овладеть основными методами решения задач, сформулированными в рамках данных предметных областей, и применить их в профессиональной деятельности

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в модуль «Дисциплины математического цикла» части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» и является обязательной для изучения.

Изучение данной дисциплины базируется на знаниях студентами общего курса «Математического анализа», и курса «Векторный и тензорный анализ»

Данная дисциплина имеет взаимосвязь с последующими дисциплинами курса: «Математическая физика», «Статистическая физика».

Дисциплина «Теория функций комплексного и действительного переменного» является составным элементом математического аппарата ряда дисциплин. Знания и умения, полученные при изучении дисциплины «Теория функций комплексного и действительного переменного» широко применяются в таких дисциплинах, как геометрия, теории вероятностей, обыкновенные дифференциальные уравнения.

3. ОБЪЕМ И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Объем дисциплины

Показатель объема дисциплины	Кол-во часов очная
Объем дисциплины в зачетных единицах	2
Объем дисциплины в часах	72
Контактная работа:	48,2
Лекции	16
Практические занятия	32
Из них в форме практической подготовки:	32
Контактные часы на промежуточную аттестацию:	0,2
Зачет	0,2
Самостоятельная работа	16
Контроль	7,8

Форма промежуточной аттестации: зачет в 5 семестре.

3.2. Содержание дисциплины

Наименование разделов (тем) дисциплины с кратким содержанием	Кол-во часов		
	Лекции	Практические занятия	Из них в форме практической подготовки
Тема 1. Комплексные числа. Определение, операции над комплексными числами (сложение, вычитание, умножение, деление). Свойства операций сложения, вычитания, умножения и деления. Показательная и тригонометрическая форма комплексных чисел: определение. примеры. Формулы Муавра.	1	2	2
Тема 2. Логарифмическая функция, ее свойства и график. Понятие логарифмической функции. Свойства логарифмической функции. График логарифмической функции.	1	2	2
Тема 3. Аналитические и гармонические функции. Определение. Теоремы, устанавливающие связь между аналитическими и гармоническими функциями.	1	2	2
Тема 4. Элементарные функции, их свойства и графики: Постоянная функция, корень n-ой степен, степенная функция, показательная функция, логарифмическая функция, тригонометрические функции и обратные тригонометрические функции	2	4	4
Тема 5. Интеграл в комплексной плоскости. Понятие интеграла функции комплексного переменного. Свойства криволинейного интеграла функции комплексного переменного. Вычисление интегралов от функций комплексного переменного. Теорема Коши для простого и сложного контура. Интегральная формула Коши	2	4	4
Тема 6. Ряды функций комплексного переменного. Интегральные преобразования. Ряды Тейлора. Ряды Лорана	2	4	4
Тема 7. Общее введение в ТФДП. Элементы теории множеств. Основные понятия и аксиомы. Отношения между множествами и способы их задания. Операции и свойства операций над множествами.	1	2	2
Тема 8. Счетные и несчетные множества и их свойства. Определение. Мощность множеств. счетные множества и их свойства. Несчетные множества.	2	4	4

Тема9. Мощность множества. Равномощность (эквивалентность) множеств. Мощность множества всех подмножеств данного множества.	2	4	4
Тема 10. Теорема Кантора-Бернштейна. Множества точек в N -мерном евклидовом пространстве.	2	4	4
Итого	16	32	32

ПРАКТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА

Тема	Задание на практическую подготовку	ко ли че ст во ча со в
Тема 1. Комплексные числа. Определение, операции над комплексными числами (сложение, вычитание, умножение, деление). Свойства операций сложения, вычитания, умножения и деления. Показательная и тригонометрическая форма комплексных чисел: определение. примеры. Формулы Муавра.	1. Построить числа на комплексной плоскости. Найти z, $\arg z$, $\operatorname{Arg} z$. а) $z = 4 + 3i$; б) $z = -2 + 2\sqrt{3}i$; в) $z = -i$; г) $z = -1$; д) $z = \cos \alpha - i \sin \alpha$ ($\pi < \alpha < \frac{3\pi}{2}$). 2. Представить в тригонометрической и показательной форме а) $z = -2$; б) $z = 2i$; в) $z = -1 - i\sqrt{3}$; г) $z = 1 - \sin \alpha + i \cos \alpha$ ($0 < \alpha < \frac{\pi}{2}$)	2
Тема 2. Логарифмическая функция, ее свойства и график.	1. Вычислить а) $(2 - 2i)^7$; б) $\left(\frac{1-i}{1+i}\right)^8$; в) $\frac{6e^{-i\frac{\pi}{6}}}{-3 + \sqrt{3}i}$; г) $\frac{i^7}{e^{-i\frac{\pi}{2}}}$	2

Понятие логарифмической функции. Свойства логарифмической функции. График логарифмической функции.	2. Вычислить сумму токов $I = 6e^{\frac{i\pi}{3}} + 3e^{-i\pi}$	
Тема 3. Аналитические и гармонические функции. Определение. Теоремы, устанавливающие связь между аналитическими и гармоническими функциями.	1. Найти z, $\arg z$, $\text{Arg } z$. Построить на плоскости а) $z = 2e^{\frac{i\pi}{2}}$; б) $z = \frac{1}{2e^{\frac{i\pi}{6}}}$; в) $z = \frac{1}{e^{i\pi}}$; г) $z = 3e^{2i\pi}$ 2. Вычислите а) $\sqrt[4]{-1}$; б) $\sqrt[3]{-1+i}$; в) $\sqrt{2-2\sqrt{3}i}$; г) (доп) $\sqrt[5]{\sqrt{2}\left(\cos\frac{\pi}{6} - i\sin\frac{\pi}{6}\right)}$	2
Тема 4. Элементарные функции, их свойства и графики: Постоянная функция, корень n-ой степен, степенная функция, показательная функция, логарифмическая функция, тригонометрические функции и обратные тригонометрические функции	1. Построить на плоскости а) $0 \leq \text{Im } z \leq 1$; б) $\begin{cases} -3 \leq \text{Re } z \leq 1 \\ -1 \leq \text{Im } z \leq 3 \end{cases}$; в) $\frac{\pi}{4} \leq \arg z \leq \frac{\pi}{2}$; г) $z = 2$; д) $z - 5i = 8$; е) $z - 1 - i \leq 4$. 2. Найти все значения z а) $(x - iy)(a - ib) = i^5$ ($a \neq b$); б) $z^* = z^2$	4
Тема 5. Интеграл в комплексной	1. Найти действительные решения уравнения $(3x - i)(2 + i) + (x - iy)(1 + 2i) = 5 + 6i$	4

плоскости. Понятие интеграла функции комплексного переменного. Свойства криволинейного интеграла функции комплексного переменного. Вычисление интегралов от функций комплексного переменного. Теорема Коши для простого и сложного контура. Интегральная формула Коши		
Тема 6. Ряды функций комплексного переменного. Интегральные преобразования. Ряды Тейлора. Ряды Лорана	1. Построить числа на комплексной плоскости. Найти z, $\arg z$ а) $z = -7 - i$; б) $z = -\cos \frac{\pi}{5} + i \sin \frac{\pi}{5}$	4
Тема 7. Общее введение в ТФДП. Элементы теории множеств. Основные понятия и аксиомы. Отношения между множествами и способы их задания. Операции и свойства	1. Представить в тригонометрической и показательной форме а) $z = -\sqrt{2} + i\sqrt{2}$; б) $z = -i$; в) $z = 1 - i\sqrt{3}$	2

Тема 2. Кривые, заданные в полярной системе координат	Кривая Эйлера, логарифмически е кривые	2	Изучение учебной литературы, решение задач	Учебно-методическое обеспечение дисциплины	Опрос
Тема 3. Круговое свойство дробно-линейной функции	Отображение окружности или прямой на круг и (или) прямую	2	Изучение учебной литературы, решение задач	Учебно-методическое обеспечение дисциплины	Опрос
Тема 4. Линейная функция и ее свойства	Разложение линейного отображения на три составляющих отображения	2	Изучение учебной литературы, решение задач	Учебно-методическое обеспечение дисциплины	Опрос
Тема 5. Понятие о римановой поверхности	Конструкция римановой поверхности квадратного корня	2	Изучение учебной литературы, решение задач	Учебно-методическое обеспечение дисциплины	Опрос
Тема 6. Аксиома выбора.	Парадокс Банаха-Тарского. Примеры "известных" утверждений, где "используется" аксиома выбора (в частности, при доказательстве теоремы о том, что объединение любой конечной или счетной совокупности счетных множеств есть снова счетное множество).	2	Изучение учебной литературы, решение задач	Учебно-методическое обеспечение дисциплины	Опрос
Тема 7. Аксиоматика теории множеств.	Теорема Геделя о неполноте, гипотеза Кантора (CH), работа П.Козна 1963 г. (аксиоматика ZF и аксиомы C, CH и их отрицания).	2	Изучение учебной литературы, решение задач	Учебно-методическое обеспечение дисциплины	Опрос
Тема 8. Структура открытого множества на прямой.	Строение открытых и замкнутых множеств.	2	Изучение учебной литературы, решение задач	Учебно-методическое обеспечение дисциплины	Опрос
ИТОГО		16			

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

5.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Код и наименование компетенции	Этапы формирования
ДПК-2 - Способен освоить современные концепции, теории, законы и методы в области физики, математики и информатики, овладеть основными	1. Работа на учебных занятиях 2. Самостоятельная работа

методами решения задач, сформулированными в рамках данных предметных областей, и применить их в профессиональной деятельности	
---	--

5.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Оцениваемые компетенции	Уровень сформированности	Этап формирования	Описание показателей	Критерии оценивания	Шкала оценивания
ДПК-2	Пороговый	1. Работа на учебных занятиях. 2. Самостоятельная работа.	Знать теорию комплексных и действительных чисел Уметь решать соответствующие задачи	Опрос Домашнее задание Контрольная работа	Шкала оценивания опроса Шкала оценивания домашнего задания Шкала оценивания контрольной работы
	Продвинутый	1. Работа на учебных занятиях. 2. Самостоятельная работа.	Знать теорию аналитических функций Уметь решать соответствующие задачи Владеть методами ТФКП	Опрос Домашнее задание Контрольная работа Практическая подготовка	Шкала оценивания опроса Шкала оценивания домашнего задания Шкала оценивания контрольной работы Шкала оценивания практической подготовки

Шкала оценивания практической подготовки

Критерии оценивания	Баллы
высокая активность на практической подготовке	5
средняя активность на практической подготовке	2
низкая активность на практической подготовке	0

Шкала оценивания домашнего задания.

Критерии оценивания	Баллы
Решение всех трех примеров из приведенных заданий или решение двух примеров из приведенных заданий, но при условии предоставления черновиков не получившегося задания.	8-10 баллов
Решение двух примеров из приведенных заданий	4-7 баллов
Решение одного примера из приведенных заданий	0-4 балла

Шкала оценивания опроса.

Критерии оценивания	Баллы
Четкий и логичный ответ на поставленный вопрос по лекционному материалу. Студент безошибочно, самостоятельно решает задачи или доказывает теоремы.	8-10 баллов
Ответ на вопрос по лекционному материалу, в котором студент допускает «не грубые» ошибки. Студент решает задачи или доказывает теоремы и небольшими подсказками.	4-7 баллов
Ответ на вопрос по лекционному материалу, в котором студент допускает «грубые» ошибки. Студент решает задачи или доказывает теоремы, но с значительными подсказками.	0-4 балла

Шкала оценивания контрольных заданий.

Критерии оценивания	Баллы
Решение всех примеров из приведенных заданий	10 баллов
Решение четырех примеров из приведенных заданий	5 баллов
Решение двух примеров из приведенных заданий	3 балла

5.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Задания для практической подготовки:

1. Построить числа на комплексной плоскости. Найти $|z|$, $\arg z$, $\text{Arg } z$.

а) $z = 4 + 3i$; б) $z = -2 + 2\sqrt{3}i$; в) $z = -i$; г) $z = -1$;

д) $z = \cos \alpha - i \sin \alpha$ ($\pi < \alpha < \frac{3\pi}{2}$).

2. Представить в тригонометрической и показательной форме

а) $z = -2$; б) $z = 2i$; в) $z = -1 - i\sqrt{3}$; г) $z = 1 - \sin \alpha + i \cos \alpha$ ($0 < \alpha < \frac{\pi}{2}$)

3. Вычислить

а) $(2 - 2i)^7$; б) $\left(\frac{1-i}{1+i}\right)^8$; в) $\frac{6e^{-i\frac{\pi}{6}}}{-3 + \sqrt{3}i}$; г) $\frac{i^7}{e^{-i\frac{\pi}{2}}}$

4. Вычислить сумму токов $I = 6e^{i\frac{\pi}{3}} + 3e^{-i\pi}$

5. Найти $|z|$, $\arg z$, $\text{Arg } z$. Построить на плоскости

а) $z = 2e^{i\frac{\pi}{2}}$; б) $z = \frac{1}{2e^{i\frac{\pi}{6}}}$; в) $z = \frac{1}{e^{i\pi}}$; г) $z = 3e^{2i\pi}$

6. Вычислите

$$\text{а) } \sqrt[4]{-1}; \quad \text{б) } \sqrt[3]{-1+i}; \quad \text{в) } \sqrt{2-2\sqrt{3}i}; \quad \text{г) (доп) } \sqrt[5]{\sqrt{2}\left(\cos\frac{\pi}{6}-i\sin\frac{\pi}{6}\right)}$$

7. Построить на плоскости

$$\begin{array}{lll} \text{а) } 0 \leq \operatorname{Im} z \leq 1; & \text{б) } \begin{cases} -3 \leq \operatorname{Re} z \leq 1 \\ -1 \leq \operatorname{Im} z \leq 3 \end{cases}; & \text{в) } \frac{\pi}{4} \leq \arg z \leq \frac{\pi}{2}; \\ \text{г) } |z| = 2; & \text{д) } |z - 5i| = 8; & \text{е) } |z - 1 - i| \leq 4. \end{array}$$

8. Найти все значения z

$$\text{а) } (x - iy)(a - ib) = i^5 \quad (|a| \neq |b|); \quad \text{б) } z^* = z^2$$

9. Найти действительные решения уравнения

$$(3x - i)(2 + i) + (x - iy)(1 + 2i) = 5 + 6i$$

10. Построить числа на комплексной плоскости. Найти $|z|$, $\arg z$

$$\text{а) } z = -7 - i; \quad \text{б) } z = -\cos\frac{\pi}{5} + i\sin\frac{\pi}{5}$$

11. Представить в тригонометрической и показательной форме

$$\text{а) } z = -\sqrt{2} + i\sqrt{2}; \quad \text{б) } z = -i; \quad \text{в) } z = 1 - i\sqrt{3}$$

12. Вычислить. Ответ представить в алгебраической форме.

$$\text{а) } (2 - 2i)^2 \cdot e^{i\frac{\pi}{4}}; \quad \text{отв: } 4\sqrt{2} - i4\sqrt{2}$$

$$\text{б) } \frac{e^{i\pi}}{(1+i)^8}; \quad \text{отв: } -\frac{1}{16}$$

$$\text{в) } \frac{\sqrt{3} + i}{-3 + \sqrt{3}i}; \quad \text{отв: } -\frac{1 + i\sqrt{3}}{2\sqrt{3}}$$

$$\text{г) } 2 \cdot i^3 e^{i\frac{5\pi}{3}}. \quad \text{отв: } -\frac{\sqrt{3} + i}{2}$$

13. Вычислить

$$\text{а) } \sqrt{i}; \quad \text{б) } \sqrt[3]{i}; \quad \text{в) } \sqrt[4]{-i}; \quad \text{г) } \sqrt[5]{\sqrt{2}\left(\cos\frac{\pi}{6} + i\sin\frac{\pi}{6}\right)}$$

14. Построить на плоскости

$$\text{а) } 2 \leq |z| \leq 3, \quad \frac{\pi}{8} < \arg z < \frac{4\pi}{3}; \quad \text{б) } 1 \leq |z + 2 + i| \leq 2; \quad \text{в) } \overline{\operatorname{Im}(z^2 - z)} = 2 - \operatorname{Im} z$$

Примерные задания для контрольной работы.

Контрольная работа 1

1. Найти сумму, разность, произведение и частное двух комплексных чисел. Изобразить результаты на комплексной плоскости. Найти их модули и аргументы.
2. Решить квадратные уравнения с комплексными коэффициентами и комплексным дискриминантом в комплексной плоскости. Корни уравнений изобразить на комплексной плоскости. Найти их модули и аргументы.
3. Вычислить логарифмы комплексных чисел и каждый результат изобразить на комплексной плоскости.
4. С помощью формул Эйлера доказать тригонометрические формулы приведения школьной математики

Контрольная работа 2

1. Пусть $E = \{(x, y) \in (\mathbf{J} \cap [-1, 2]) \times (\mathbf{J} \cap [-1, 2])\} \subset \mathbf{R}^1$, $\mathbf{J}$ - иррациональные числа, $\mathbf{J} \subset \mathbf{R}^1$.

Найти FrE , $\overline{E}$, E' , $\text{int } E$, $FrCE$, $\overline{CE}$, $\text{int } CE$, $(CE)'$, если $CE = S \setminus E$, $S = [-1, 2] \times [-1, 2]$.

2. Найти в канторовом множестве какую-либо точку второго рода, заключенную между десятичными дробями: 0.001 и 0.025.
3. Доказать, что объединение конечного числа попарно не пересекающихся множеств мощности $\aleph_1$ имеет мощность $\aleph_1$.

Примеры домашнего задания.

1. Вычислить контурный интеграл, используя интегральную теорему Коши.
2. Вычислить контурный интеграл, используя интегральную формулу Коши.
3. Разложить функцию в ряд Тейлора в круге сходимости.
4. Доказать равенство: $(A \cup B) \setminus C = (A \setminus C) \cup (B \setminus C)$.
5. Существует ли функция $f \in \mathbf{C}([a, b]): [a, b] \xrightarrow[\text{в.о.с.}]{f} [0, 11] \cup [20, 21]$?
6. Установить в.о.с. между замкнутым единичным кругом с 10 выколотыми точками и открытым единичным кругом с 5 выколотыми точками.

Примерные темы для опроса.

1. Комплексные числа. Свойства, операции над ними.
2. Комплексные числа. Геометрическая интерпретация.
3. Комплексные числа. Модуль, аргумент, тригонометрическая и показательная формы.
4. Функции комплексного переменного. (Элементарные функции комплексного переменного.)
5. Функции комплексного переменного (степенная, показательная, тригонометрические функции).
6. Функции комплексного переменного. (Линейная функция.)
7. Функции комплексного переменного. (Дробно-линейная функция.)
8. Дифференцирование функций комплексного переменного. Условия Коши - Римана.

9. Аналитическая функция.
10. Счетные множества. Несчетные множества.
11. Эквивалентные множества. Мощность множества. Множества мощности континуума.
12. Множество всех подмножеств данного множества.
13. Метрические пространства.
14. Нормированные пространства.
15. Евклидовы пространства.

Примерные теоретические вопросы к зачёту.

1. Комплексные числа и действия над ними
2. Геометрическая интерпретация комплексного числа. Модуль и аргумент
3. Тригонометрическая форма комплексного числа
4. Показательная форма комплексного числа
5. Извлечение корня n -ой степени из комплексного числа
6. Аналитические функции комплексного переменного. Условие Коши-Римана
7. Сопряженные гармонические функции
8. Линейная функция.
9. Дробно-линейная функция
10. Показательная и логарифмическая функция
11. Тригонометрическая функция
12. Обратные тригонометрические функции
13. Интеграл функции комплексного переменного
14. Интегральная формула Коши
15. Ряд Тейлора
16. Ряд Лорана
17. Понятие множества. Операции над множествами.
18. Эквивалентные множества. Определение. Примеры эквивалентных множеств. Теорема о том, что всякое бесконечное множество эквивалентно своему истинному подмножеству.
19. Счетные множества. Определение. Примеры. Счетность множества рациональных чисел. Свойства счетных множеств.
20. Счетные множества. Определение. Доказательство счетности множества всех многочленов с целыми коэффициентами и множества алгебраических чисел.
21. Несчетные множества. Определение. Теорема о несчетности множества точек сегмента $[0,1]$. Существование иррациональных и трансцендентных чисел.
22. Понятие мощности множества. Сравнение мощностей. Аксиома выбора.
23. Понятие мощности множества. Теорема о мощности множества всех подмножеств данного множества.
24. Понятие мощности множества. Теорема о мощности множества всех подмножеств натурального ряда. Теорема Кантора - Бернштейна (б/д) и ее следствие (с доказательством).

5.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Итоговая оценка знаний, умений, способов деятельности студентов по изучаемой дисциплине составляет 100 баллов

Максимальное количество баллов, которое можно набрать за текущий контроль – 80 баллов.

В рамках освоения дисциплины предусмотрены: устный опрос, домашнее задание, контрольная работа, практическая подготовка.

За ответы на вопросы устного опроса обучающийся может набрать максимально 30 баллов.

За выполнение домашнего задания обучающийся может набрать максимально 25 баллов.

За выполнение контрольной работы обучающийся может набрать максимально - 25 баллов

Максимальная сумма баллов, которые обучающийся может набрать при сдаче зачета,

составляет 20 баллов.

Для сдачи зачета необходимо выполнить все задания текущего контроля. Значимым моментом является показатель изучения материала лекций и выполнение заданий в указанные сроки. На зачет выносятся материал, излагаемый в лекциях и рассматриваемый на практических занятиях.

Шкала оценивания зачета.

Количество баллов	Критерии оценивания
16-20	Если студент свободно ориентируется в теоретическом материале, знает формулировки основных определений, теорем и свойств, умеет применять теоретические сведения для решения типовых задач
10-15	Если студент недостаточно свободно ориентируется в теоретическом материале, ошибается при формулировании основных определений, теорем и свойств, умеет применять теоретические сведения для решения типовых задач (в зависимости от количества и степени имеющихся ошибок и недочётов).
5-9	Если студент плохо ориентируется в теоретическом материале, не знает некоторые формулировки основных определений, теорем и свойств, у студента возникают проблемы при применении теоретических сведений для решения типовых задач (в зависимости от количества и степени имеющихся ошибок и недочётов).
0-4	Если студент не ориентируется в теоретическом материале, не знает большинство формулировок основных определений, теорем и свойств и не умеет применять теоретические сведения для решения типовых задач (в зависимости от количества и степени имеющихся ошибок и недочётов).

Итоговая шкала оценивания результатов освоения дисциплины.

Итоговая оценка по дисциплине выставляется по приведенной ниже шкале. При выставлении итоговой оценки преподавателем учитывается работа обучающегося в течение освоения дисциплины, а также оценка по промежуточной аттестации.

Количество баллов	Оценка по традиционной шкале
81-100	Зачтено
61-80	Зачтено
41-60	Зачтено
0-40	Не зачтено

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Основная литература

1. Аксенов, А. П. Теория функций комплексной переменной в 2 ч. : учебник и практикум для вузов / А. П. Аксенов. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 313 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-7417-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL:

Часть 1: <https://urait.ru/bcode/512804> (дата обращения: 24.05.2023).

Часть 2 : <https://urait.ru/bcode/512805> (дата обращения: 24.05.2023).

2. Привалов, И. И. Введение в теорию функций комплексного переменного : учебник для вузов / И. И. Привалов. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 402 с. — (Высшее образование). —

ISBN 978-5-534-14313-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/512097> (дата обращения: 24.05.2023).

3. Половинкин, Е. С. Теория функций комплексного переменного : учебник / Е. С. Половинкин. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : ИНФРА-М, 2023. — 253 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI 10.12737/1845987. - ISBN 978-5-16-017359-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1913992> (дата обращения: 24.05.2023). — Режим доступа: по подписке.

6.2 Дополнительная литература

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://znanium.com/catalog/product/54457> (дата обращения: 24.05.2023). — Режим доступа: по подписке.

2. Курс высшей математики. Теория функций комплексной переменной : учебное пособие / И. М. Петрушко, А. Г. Елисеев, В. И. Качалов, С. Ф. Кудин. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 368 с. — ISBN 978-5-8114-1064-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210425> (дата обращения: 24.05.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Латышев А.В. Введение в теорию функций комплексного переменного : учеб.-метод.пособие : лекции и практ.занятия / А. В. Латышев. - М. : МГОУ, 2007. - 100с. — Текст: непосредственный.

4. Шабат Б.В. Введение в комплексный анализ: учебник для ун-тов. / Б. В. Шабат. - 2-е изд., доп. - М. : Наука, 1976. - 320с. — Текст: непосредственный.

5. Маркушевич А.И. Краткий курс теории аналитических функций. М., Наука, 1978.

6. Бицадзе А.В. Основы теории аналитических функций. М., Наука, 1972.

7. Евграфов М.А. и др. Сборник задач по теории функций комплексного переменного. М., Наука, 1975.

8. Волковыский Л.И. Сборник задач по теории комплексного переменного / Л. И. Волковыский, Г. Л. Лунц, И. Г. Араманович. - 3-е изд., стереотип. - М. : Наука, 1975. - 319с. — Текст: непосредственный.

9. Босс В. Лекции по математике. Т.9. ТФКП. М., Изд-во УРСС, 2007.

10. Боярчук А.К. Справочное пособие по высшей математике. Ч.4. Функции комплексного переменного. Теория и практика. М., Изд-во УРСС, 1999.

6.3 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

<http://mathhelpplanet.com>, <http://eek.diary.ru/p165970944.htm>

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы бакалавров
2. Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям

8.ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Лицензионное программное обеспечение:

Microsoft Windows

Microsoft Office

Kaspersky Endpoint Security

Информационные справочные системы:

Система ГАРАНТ
Система «КонсультантПлюс»

Профессиональные базы данных
fgosvo.ru – Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования
pravo.gov.ru - Официальный интернет-портал правовой информации
www.edu.ru – Федеральный портал Российское образование

Свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства
ОМС Плеер (для воспроизведения Электронных Учебных Модулей)
7-zip
Google Chrome

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает в себя:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: учебной мебелью, доской, демонстрационным оборудованием, персональными компьютерами, проектором;
- помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде.