

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Арзамасский филиал ННГУ - Факультет естественных и математических наук

УТВЕРЖДЕНО
решением Ученого совета ННГУ
протокол № 10 от 02.12.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Теория функций действительного и комплексного переменного

Уровень высшего образования
Бакалавриат

Направление подготовки / специальность
44.03.01 - Педагогическое образование

Направленность образовательной программы
Математика

Форма обучения
очно-заочная

г. Арзамас

2025 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.03 Теория функций действительного и комплексного переменного относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	ИУК-1.1: Знает принципы сбора, отбора и обобщения информации, специфику системного подхода для решения поставленных задач. ИУК-1.2: Умеет приобретать новые знания на основе анализа, синтеза и других методов; осуществлять поиск информации по научным проблемам, относящимся к профессиональной области. ИУК-1.3: Владеет навыками научного поиска и практической работы с информационными источниками, адекватного использования информации, полученной из медиа и других источников для решения поставленных задач.	ИУК-1.1: Основные принципы сбора, отбора и обобщения информации для изучения функций действительного и комплексного переменного по курсу «Функции действительного и комплексного переменного» ИУК-1.2: Уметь приобретать новые знания на основе анализа, синтеза и других методов; осуществлять и ранжировать информацию по проблемам, относящимся к области учителя- предметника по математике. ИУК-1.3: Владеть навыками научного поиска и практической работы с информационными источниками, адекватного использования информации, полученной из медиа и других источников для аргументации своих выводов по разделам дисциплины «Функции действительного и комплексного переменного».	Контрольная работа Тест	Экзамен: Контрольные вопросы
ПКР-4: Способен осваивать и	ИПКР-4.1: Знает содержание, сущность,	ИПКР-4.1: Знать содержание, сущность,	Коллоквиум Тест	Экзамен:

анализировать базовые научно-теоретические представления о сущности, закономерностях, принципах и особенностях явлений и процессов в предметной области	закономерности, принципы и особенности изучаемых явлений и процессов, базовые теории в предметной области, а также роль учебного предмета/образовательной области в формировании научной картины мира; основы общетеоретических дисциплин в объеме, необходимом для решения профессиональных задач. ИПКР-4.2: Умеет анализировать базовые научно-теоретические представления о сущности, закономерностях, принципах и особенностях изучаемых явлений и процессов в предметной области знаний. ИПКР-4.3: Владеет различными методами анализа основных категорий предметной области знаний.	закономерности, базовые теории курса «Функции действительного и комплексного переменного», роль дисциплины в будущей профессиональной деятельности, в частности при изучении школьной математики, формировании научной картины мира ИПКР-4.2: Уметь анализировать базовые научно-теоретические представления о сущности, закономерностях, принципах и особенностях изучаемых тем и разделов: функция действительного переменного, функция комплексного переменного и отображать в область будущей профессиональной деятельности. ИПКР-4.3: Владеть различными методами анализа основных понятий, методами и различными способами решения задач и доказательства теорем		Контрольные вопросы
---	---	--	--	---------------------

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очно-заочная
Общая трудоемкость, з.е.	4
Часов по учебному плану	144
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	16
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	24
- КСР	2
самостоятельная работа	66
Промежуточная аттестация	36
	Экзамен

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы	Всего	
	0 3 0	0 3 0	0 3 0	0 3 0	0 3 0
Тема 1.Элементы теории множеств	12	2	2	4	8
Тема 2. Метрические пространства	12	2	2	4	8
Тема 3. Компактность, компакты в метрическом пространстве	14	2	4	6	8
Тема 4. Мера Лебега. Интеграл Лебега.	12	2	4	6	6
Тема 5.Ряды Фурье	12	2	4	6	6
Тема 6.Комплексные числа.	8		2	2	6
Тема 7. Функции комплексного переменного	12	2	2	4	8
Тема 8. Ряды в комплексной области	12	2	2	4	8
Тема 9. Конформные отображения	12	2	2	4	8
Аттестация	36				
КСР	2				2
Итого	144	16	24	42	66

Содержание разделов и тем дисциплины

Тема 1. Элементы теории множеств.

Элементы теории множеств. Мощность множества. Счётные множества и их свойства, счётность множества рациональных и алгебраических чисел. Несчётность множества действительных чисел, множества мощности континуум. Мощность множества подмножеств. Теорема Кантора- Бернштейна. Строение замкнутых и открытых множеств на числовой прямой.

Тема 2. Метрические пространства.

Метрические пространства. Определение и примеры метрических пространств. Окрестности точки. Предельные точки множества. Внутренность, замыкание, граница множества. Открытые и замкнутые множества. Сходящиеся последовательности. Отображения метрических пространств. Предел, непрерывность, равномерная непрерывность. Полные метрические пространства. Теорема Банаха о сжимающем отображении. Пополнение пространства.

Тема 3. Компактность. Компакты в метрическом пространстве.

Компактность. Теорема Больцано-Вейерштрасса в R^n . Лемма Гейне-Бореля. Компакты в метрическом пространстве. Компакты в R^n . Основные свойства непрерывных отображений компактов: компактность образа, равномерная непрерывность, непрерывность обратного отображения. Непрерывные числовые функции на компакте и их свойства.

Тема 4. Мера Лебега. Интеграл Лебега.

Мера Лебега. Множества измеримые по Лебегу. Теоремы об измеримых множествах. Функции,

измеримые по Лебегу, их свойства. Последовательности измеримых функций. Теорема Егорова. Теорема Лузина.

Тема 5. Интеграл Лебега

Интеграл Лебега. Интеграл Лебега по ограниченной функции и его свойства. Предельный переход под знаком интеграла. Сравнение интегралов Римана и Лебега. Восстановление первообразной для ограниченной функции. Интеграл произвольной неотрицательной измеримой функции. Суммируемые функции. Пространства L_1 и L_2 .

Тема 5. Ряды Фурье

Тема 5. Ряды Фурье. Ортогональные системы функций. Тригонометрические системы. Ряд Фурье. Разложение кусочно-гладкой функции в тригонометрический ряд Фурье. Равенство Парсеваля. Комплексная форма тригонометрического ряда Фурье

Тема 6. Комплексные числа. (Основные понятия. Формы записи комплексных чисел. Действия над комплексными числами)

Тема 7. Функции комплексного переменного (Множества на комплексной плоскости. Понятие функции комплексной переменной. Предел и непрерывность функции комплексного переменного. Основные элементарные функции комплексного переменного. Дифференцирование функций комплексного переменного. Условия Эйлера — Даламбера (Коши — Римана. Интегрирование функций комплексного переменного. Свойства и правила вычисления интегралов. Интегральная формула Коши.

Тема 8. Ряды в комплексной области (Числовые ряды. Степенные ряды. Ряд Тейлора. Ряд Лорана. Классификация особых точек. Вычеты функций. Понятие вычета. Основная теорема о вычетах.

Тема 9. Конформные отображения (Геометрический смысл модуля и аргумента производной. Понятие конформного отображения. Общие теоремы теории конформных отображений. Конформные отображения, осуществляемые основными элементарными функциями)

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Учебно-методические документы, регламентирующие самостоятельную работу
адреса доступа к документам:

<https://arz.unn.ru/sveden/document/>

https://arz.unn.ru/pdf/Metod_all_all.pdf

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольная работа) для оценки сформированности компетенции УК-1:

Вариант1

1. Доказать, что для того, чтобы функция $f(x)$ являлась функцией с ограниченным изменением на сегменте $[a, b]$, необходимо и достаточно, чтобы существовала такая

возрастающая на $[a, b]$ функция $j(x)$, что при $x' < x''$ выполнялось $|f(x'') - f(x')| \leq \varphi(x'') - \varphi(x')$, где $x', x'' \in [a, b]$.

- Доказать, что если функция $(f(x))^3$ измерима на множестве E , то и функция $f(x)$ измерима на множестве E .
- Вычислить интеграл Лебега от функции $f(x)$ на отрезке $[0, 1]$, если $f(x) = 10$ в точках канторова множества, а на смежных интервалах графиком функции служат верхние полуокружности, опирающиеся на эти интервалы, как на диаметры.
- Вычислить интеграл Лебега от функции $\frac{1}{\sqrt[3]{x-1}}$ на интервале $(1, 2)$.

Вариант 1

- Найдите u , считая его действительным числом: $y - 8i + (y - 3)i = 1$
- Определите, какое множество точек комплексной плоскости задается условием: $|z| = 2$.
- Существует ли аналитическая функция $f(z) = u(x, y) + iv(x, y)$, для которой $u(x, y) = x^4 - 6x^2y^2 + y^4$? В случае положительного ответа вычислить $f(z)$ при условии $f(0) = 0$.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольная работа)

Оценка	Критерии оценивания
отлично	выставляется студенту, если представленная контрольная работа выполнена полностью без ошибок и недочетов
хорошо	выставляется студенту, если представленная контрольная работа выполнена полностью, но при наличии в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, не более трех недочетов
удовлетворительно	выставляется студенту, если представленная им контрольная работа выполнена правильно не менее чем на 2/3 всей работы или в работе допущены не более одной грубой ошибки и двух недочетов, не более одной грубой и одной негрубой ошибки, не более трех негрубых ошибок, одной негрубой ошибки и трех недочетов, при наличии четырех-пяти недочетов
неудовлетворительно	выставляется студенту, если число ошибок и недочетов в работе превысило норму для оценки 3 или правильно выполнено менее 2/3 всей работы

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции УК-1:

Задание 1. Найти модуль комплексного числа:

а) $z_1 = -3 + 2i$; б) $z_2 = 4 + 3i$; в) $z_3 = -i$; г) $z_4 = 1 - i$.

Ответы:

а	1) 4; 2) $\sqrt{10}$; 3) $\sqrt{13}$; 4) $\sqrt{11}$.
б	1) 5; 2) 7; 3) 4,5; 4) $\sqrt{7}$.
в	1) -1; 2) 1; 3) 0; 4) 2.
г	1) 2; 2) -2; 3) $\sqrt{3}$; 4) $\sqrt{2}$

Задание 2. Найти аргументы комплексных чисел из предыдущего задания

Ответы:

а	1) $\frac{\pi}{3}$; 2) $\pi - \arctg \frac{2}{3}$; 3) $-\arctg \frac{2}{3}$; 4) $-\arctg \frac{3}{2}$
б	1) $\frac{\pi}{4}$; 2) $\frac{3}{4}\pi$; 3) $\arctg \frac{3}{4}$; 4) $\arctg \frac{4}{3}$
в	1) $\frac{\pi}{2}$; 2) $-\frac{\pi}{2}$; 3) 0; 4) π
г	1) $3\frac{\pi}{4}$; 2) $-\frac{2}{3}\pi$; 3) $-\frac{\pi}{4}$; 4) $-\frac{\pi}{2}$

Задание 3. Записать комплексные числа в тригонометрической форме

Ответы:

а	1) $\cos \frac{\pi}{3} - i \sin \frac{\pi}{3}$; 2) $-\left(\cos - \frac{\pi}{3} - i \sin - \frac{\pi}{3}\right)$; 3) $\cos \frac{\pi}{4} + i \sin \frac{\pi}{4}$;
б	1) $\cos \frac{\pi}{2} + i \sin \frac{\pi}{2}$; 2) $\cos \pi + i \sin \pi$ 3) $\cos \pi + i \sin \frac{\pi}{2}$
в	1) $\cos \frac{\pi}{2}$; 2) $\cos \frac{\pi}{2} + i \sin \frac{\pi}{2}$; 3) $\cos \pi + i \sin \pi$

Задание 4. Записать в тригонометрической форме числа:

Ответы:

а	1) $1024\left(\cos(-120^\circ) + i\sin 120^\circ\right)$; 2) $512\left(\cos \frac{\pi}{3} + i\sin \frac{\pi}{3}\right)$; 3) $1024\left(\cos \frac{2\pi}{3} + i\sin \frac{2\pi}{3}\right)$.
б	1) $8\left(\cos \frac{\pi}{4} + i\sin \frac{\pi}{4}\right)$; 2) $4\left(\cos \frac{3\pi}{4} - i\sin \frac{3\pi}{4}\right)$; 3) $8\left(\cos \frac{3\pi}{4} + i\sin \frac{3\pi}{4}\right)$; 4) $8\left(\cos \frac{\pi}{2} + i\sin \frac{\pi}{2}\right)$.

Задание 5. Найти произведение комплексных чисел Z_1 и Z_2 :

Ответы:

а	1) $16 - 15i$; 2) $15 + 16i$; 3) $15 - 16i$.
б	1) 2; 2) 0; 3) 1; 4) 0,5.

5.1.3 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции ПКР-4:

Задание 11. Какая (какие) из следующих функций может являться действительной частью аналитической функции:

а) $x^2 - y^2 + 2xy$; б) x^2 ; в) $\ln(x^2 + y^2)$; г) $\frac{x^2 + 1}{2} \cdot y^2$.

Ответы: 1) (а, г); 2) (б, в); 3) (б, г); 4) (а, в).

Задание 12. Вычислить интегралы:

а) $\int_C (1 + i - 2\bar{z})dz$, где C : отрезок, соединяющий точки $z_1 = 0$ и $z_2 = 1 + i$, стрелка направлена в сторону точки z_2 .

Ответы: 1) $2(i - 1)$; 2) $2(1 - i)$; 3) $2 - i$; 4) $2i - 1$;

б) $\int_C (z^2 + z\bar{z})dz$, где C : дуга окружности $|z| = 1$, $0 \leq \arg z \leq \pi$.

Ответы: 1) $5i$; 2) $4 + i$; 3) $-\frac{8}{3}$; 4) 4,5.

Задание 13. Используя интегральную формулу Коши, вычислить интегралы по замкнутым контурам C :

а) $\oint \frac{e^z}{z^2 + 2z} dz$. Ответы: 1) $2\pi i$; 2) πi ; 3) $\frac{\pi i}{2}$; 4) $\frac{\pi i}{3}$;

$C: |z| = 1$

б) $\oint \frac{dz}{z^2 + 16}$. Ответы: 1) $2i$; 2) 0 ; 3) π ; 4) -3 ;

$C: |z| = 5$

в) $\oint \frac{dz}{z}$. Ответы: 1) 0 ; 2) 1 ; 3) π ; 4) $\frac{\pi}{2}$;

$C: |z - 2| = 1$

Задание 14. Опираясь на интегральную форму представления производной аналитической функции, вычислить интегралы:

а) $\oint \frac{\cos z}{z^3} dz$. Ответы: 1) πi ; 2) $2\pi i$; 3) $-\pi i$; 4) $-2\pi i$;

$|z| = 1$

б) $\oint \frac{z dz}{(z-2)^2(z+4)}$. Ответы: 1) πi ; 2) $\frac{\pi i}{3}$; 3) $-\frac{\pi i}{9}$; 4) $\frac{2\pi i}{9}$;

$|z-3| = 6$

в) $\oint \frac{dz}{z^3}$. Ответы: 1) -2 ; 2) -1 ; 3) 0 ; 4) 1 .

$|z-2| = 1$

Критерии оценивания (оценочное средство - Тест)

Оценка	Критерии оценивания
отлично	80 – 100 % правильных ответов
хорошо	60 – 79 % правильных ответов
удовлетворительно	40 – 59% правильных ответов
неудовлетворительно	менее 40% правильных ответов

5.1.4 Типовые задания (оценочное средство - Коллоквиум) для оценки сформированности компетенции ПКР-4:

1. Мощность множества.
2. Счетные множества и их свойства.
3. Счетность множества рациональных и алгебраических чисел.
4. Несчетность множества действительных чисел.
5. Множества мощности континуум.
6. Мощность множества подмножеств.
7. Сравнение мощностей. Теорема Кантора-Бернштейна.
8. Строение замкнутых и открытых подмножеств на числовой прямой.
9. Совершенные множества.
10. Канторово совершенное множество.
11. Мощность совершенных множеств.
12. Метрические пространства. Окрестности точек. Предельные точки множеств.
13. Открытые и замкнутые множества.
14. Сходящиеся последовательности. Свойства сходящихся последовательностей.

15. Отображения метрических пространств. Предел, непрерывность, равномерная непрерывность.
16. Полные метрические пространства. Теорема Банаха о сжимающем отображении. Пополнение пространства.
17. Компактность. Теорема Больцано-Вейерштрасса в R^n . Лемма Гейне-Бореля.

Критерии оценивания (оценочное средство - Коллоквиум)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	ответ полный и правильный на основании изученной теории; теоретический материал и решение поставленных задач изложены в необходимой логической последовательности, грамотный научный язык; ответ самостоятельный. Могут быть допущены две-три не существенные ошибки, исправленные по требованию преподавателя.
не зачтено	ответ обнаруживает непонимание студентом основного содержания учебного материала или допущены существенные ошибки, которые не могут быть исправлены при наводящих вопросах преподавателя

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
	не зачтено	зачтено		
<u>Знания</u>	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок
<u>Умения</u>	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными не существенными недочетами, выполнены все задания в полном объеме
<u>Навыки</u>	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции УК-1

1. Мощность множества.
2. Счетные множества и их свойства.
3. Счетность множества рациональных и алгебраических чисел.
4. Несчетность множества действительных чисел.
5. Множества мощности континуум.
6. Мощность множества подмножеств.
7. Сравнение мощностей. Теорема Кантора-Бернштейна.
8. Строение замкнутых и открытых подмножеств на числовой прямой.
9. Совершенные множества.
10. Канторово совершенное множество.
11. Мощность совершенных множеств.
12. Метрические пространства. Окрестности точек. Предельные точки множеств.
13. Открытые и замкнутые множества.
14. Сходящиеся последовательности. Свойства сходящихся последовательностей.
15. Отображения метрических пространств. Предел, непрерывность, равномерная непрерывность.
16. Полные метрические пространства. Теорема Банаха о сжимающем отображении. Пополнение пространства.
17. Компактность. Теорема Больцано-Вейерштрасса в R^n . Лемма Гейне-Бореля.
18. Компакты в метрическом пространстве. Компакты в R^n .
19. Непрерывные отображения компактов и их свойства.
20. Полное изменение функции.
21. Теоремы о функциях с ограниченным изменением.
22. Необходимое и достаточное условие спрямляемости дуги кривой.
23. Множества измеримые по Лебегу. Теоремы об измеримых множествах.
24. Функции, измеримые по Лебегу и их свойства.
25. Последовательности измеримых функций.
26. Теорема Егорова. Теорема Лузина.

27. Интеграл Лебега. Интеграл Лебега от ограниченной функции и его свойства.
28. Предельный переход под знаком интеграла.
29. Сравнение интегралов Римана и Лебега.
30. Восстановление первообразной для ограниченной функции.
31. Интеграл произвольной неотрицательной измеримой функции.
32. Суммируемы функции.
33. Пространство L_1 .
34. Пространство L_2 .
35. Ортогональные системы функций.
36. Тригонометрические системы.
37. Ряд Фурье.
38. Разложение кусочно-гладкой функции в тригонометрический ряд Фурье.
39. Неравенство Бесселя. Равенство Парсеваля.
40. Комплексная форма тригонометрического ряда Фурье
41. Решение уравнения колебаний струны методом Фурье.

5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПКР-4

1. Поле комплексных чисел. Формы записи комплексного числа.
2. Геометрическая интерпретация поля комплексных чисел. Операции над комплексными числами в тригонометрической форме.
3. Открытые и замкнутые множества в \mathbb{C} . Области и непрерывные кривые в \mathbb{C} .
4. Расширенная комплексная плоскость и стерео графическая проекция.
5. Сходящиеся последовательности из \mathbb{C} в \mathbb{C} .
6. Числовые ряды и бесконечные произведения с комплексными членами.
7. Понятие функции комплексной переменной. Предел функции в точке. Непрерывность, обобщенная непрерывность функции комплексной переменной.
8. Производная и дифференциал комплексной переменной. Свойства производной. Необходимое и достаточное условие дифференцируемости функции.
9. Геометрический смысл аргумента и модуля производной. Конформные отображения. Аналитические и гармонические функции.
10. Линейная функция. Дробно-линейная функция. Функция $\omega = \sqrt[n]{z}$
11. Показательная функция. Логарифмическая функция.
12. Тригонометрические и гиперболические функции. Обратные тригонометрические и гиперболические функции.
13. Спрямолинейные кривые. Интегральные функции комплексной переменной по спрямолинейной кривой. Свойства интеграла.
14. Интегральная теорема Коши. Интегральная теорема Коши для систем контуров.
15. Разложение аналитической функции в ряд Тейлора. Равномерно сходящиеся ряды. Интегрирование равномерно сходящихся рядов непрерывных функций.
16. Степенные ряды. Неравенство Коши для коэффициентов степенного ряда.
17. Разложение аналитической функции в ряд Лорана.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
отлично	Ответ полный и правильный, на основании изученной теории; материал изложен в определенной логической последовательности, грамотный научный язык; ответ самостоятельный и полностью выполнены задания самостоятельной, аудиторной работы.
хорошо	Ответ полный и правильный, на основании изученной теории; материал изложен в определенной логической последовательности при этом допущены две–три несущественные ошибки, исправленные по требованию преподавателя и правильно; выполнены контрольные работы по всем темам.
удовлетворительно	Ответ полный, но при этом допущена существенная ошибка или неполный, несвязный ответ и выполнены контрольные работы по всем темам.
неудовлетворительно	Ответ обнаруживает непонимание студентом основного содержания учебного материала или допущены существенные ошибки, которые не могут быть исправлены при наводящих вопросах преподавателя, не выполнены контрольные работы.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Далингер Виктор Алексеевич. Теория функций действительного переменного : учебник и практикум для вузов / В. А. Далингер, С. Д. Симонженков. - 2-е изд. - Москва : Юрайт, 2024. - 242 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/538056> (дата обращения: 15.08.2024). - ISBN 978-5-9916-8999-1 : 879.00. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=906672&idb=0>.
2. Аксенов А. П. Теория функций комплексной переменной в 2 ч. Часть 1 : учебник и практикум / А. П. Аксенов. - Москва : Юрайт, 2023. - 313 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-9916-7417-1. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=842747&idb=0>.
3. Аксенов А. П. Теория функций комплексной переменной в 2 ч. Часть 2 : учебник и практикум / А. П. Аксенов. - Москва : Юрайт, 2023. - 333 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-9916-7419-5. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=841305&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Будаев В. Д. Математический анализ. Функции нескольких переменных / Будаев В. Д., Якубсон М. Я. - 2-е изд. стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 456 с. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции Лань - Математика. - ISBN 978-5-8114-8294-8., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=756122&idb=0>.
2. Фихтенгольц Г. М. Курс дифференциального и интегрального исчисления. Т.1 : учебник для вузов. Т. 1. Курс дифференциального и интегрального исчисления. Т.1 / Фихтенгольц Г. М. - 14-е

изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2020. - 608 с. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции Лань - Математика. - ISBN 978-5-8114-5841-7., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=709770&idb=0>.

3. Кудрявцев Лев Дмитриевич. Краткий курс математического анализа. Т. 1. Дифференциальное и интегральное исчисления функций одной переменной. Ряды : Учебник. - 4-е изд. - Москва : Издательская фирма "Физико-математическая литература" (ФИЗМАТЛИТ), 2015. - 444 с. - Профессиональное образование. - ISBN 978-5-9221-1585-8., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=620670&idb=0>.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

Лицензионное программное обеспечение: Операционная система Windows.

Лицензионное программное обеспечение: Microsoft Office.

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы
Российский индекс научного цитирования (РИНЦ), платформа Elibrary: национальная информационно-аналитическая система. Адрес доступа: http://elibrary.ru/project_risc.asp

Свободно распространяемое программное обеспечение:

программное обеспечение LibreOffice;

программное обеспечение Yandex Browser;

Электронные библиотечные системы и библиотеки:

Электронная библиотечная система "Лань" <https://e.lanbook.com/>

Электронная библиотечная система "Консультант студента" <http://www.studentlibrary.ru/>

Электронная библиотечная система "Юрайт" <http://www.urait.ru/ebs>

Электронная библиотечная система "Znanium" <http://znanium.com/>

Фундаментальная библиотека ННГУ www.lib.unn.ru/

Сайт библиотеки Арзамасского филиала ННГУ. – Адрес доступа: lib.arz.unn.ru

Ресурс «Массовые открытые онлайн-курсы Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского»
<https://mooc.unn.ru/>

Портал «Современная цифровая образовательная среда Российской Федерации»
<https://online.edu.ru/public/promo>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки/специальности 44.03.01 - Педагогическое образование.

Автор(ы): Нестерова Лариса Юрьевна, кандидат педагогических наук, доцент.

Рецензент(ы): Сангалова Марина Евгеньевна, кандидат педагогических наук.

Заведующий кафедрой: Нестерова Лариса Юрьевна, кандидат педагогических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 27.11.2024 г., протокол № №9.