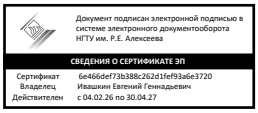
МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ)

Институт экономики и управления (ИНЭУ)
(Полное и сокращенное название института, реализующего данное направление)



«УТВЕРЖДАЮ»
Директор института
_____С.Н. Митяков
Подпись ФИО
22 апреля 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.Б.15 Комплексный анализ
(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки бакалавров

Направление подготовки: 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Направленность: Программирование и системный анализ
Форма обучения: очная
Год начала подготовки 2025

Выпускающая кафедра: ЦЭ
Кафедра-разработчик: ЦЭ

Объем дисциплины 144/4
часов/з.е
Промежуточная аттестация экзамен

Разработчик: Кольчик И.В., к.п.н., доцент

НИЖНИЙ НОВГОРОД, 2025 год

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 01.03.02. Прикладная математика и информатика, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 10.01.2018 года № 9 на основании учебного плана принятого УМС НГТУ

протокол от 17.12.2024 г. № 6

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры «Цифровая экономика» протокол от 18.03.2025 № 1

Зав. кафедрой д.ф.-м.н., профессор _____С.Н. Митяков
(подпись)

Программа рекомендована к утверждению ученым советом института ИНЭУ, Протокол от 22.04.2025 №3

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ регистрационный № 01.03.02 – П – 15

Начальник МО _____ / Е.Г. Севрюкова /

Заведующая отделом комплектования НТБ _____ Н.И. Кабанина
(подпись)

СОДЕРЖАНИЕ

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) 4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ 4
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) 4
4. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП ВО 5
5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ 7
6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ 13
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ 15
8. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЦЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ 16
9. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ 19
10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ 21
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ 21
12. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ 23

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1. Целью освоения дисциплины является овладение студентами основных понятий дифференциального и интегрального исчисления функций одной комплексной переменной, а также выработка у них навыков решения типовых задач.

1.2. Задачей освоения является формирование способности использовать аппарат дифференциального и интегрального исчисления функций одной комплексной переменной для решения задач инженерной деятельности.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина (модуль) Б1.Б.15 Комплексный анализ включена в обязательный перечень дисциплин обязательной части образовательной программы вне зависимости от ее направленности (профиля).Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП, по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: математика в объёме курса средней школы.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при изучении следующих дисциплин Алгебра и геометрия, Физика, Математический Комплексный анализ, Специальные главы математического анализа, Высшая алгебра, Теория вероятностей и математическая статистика, Дискретная математика, а также при выполнении выпускной квалификационной работы.

Рабочая программа дисциплины «Комплексный анализ» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Таблица 1.- Формирование компетенций дисциплинами очной формы обучения

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию ОПК-1 совместно	Семестры, формирования дисциплины Компетенции берутся из Учебного плана по направлению подготовки бакалавра /специалиста/магистра»							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Алгебра и геометрия								
Математический анализ								
Физика								
Комплексный анализ								
Специальные главы математического								

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию ОПК-1 совместно	Семестры, формирования дисциплины Компетенции берутся из Учебного плана по направлению подготовки бакалавра /специалиста/магистра»							
	1	2	3	4	5	6	7	8
анализа								
Высшая алгебра								
Теория вероятностей и математическая статистика								
Дискретная математика								
Выполнение и защита ВКР								

4. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОПВО

Таблица 2. - Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

Код и наименование компетенции	**Код и наименование индикатора достижения компетенции**	**Планируемые результаты обучения по дисциплине**			**Оценочные средства**	
					Текущего контроля	**Промежуточной аттестации**
ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ИОПК-1.1. Обладает фундаментальными и математическими знаниями для решения профессиональных задач	*Знать*: основные понятия дифференциального и интегрального исчисления функций одной и многих переменных, их свойства и взаимосвязь; основные понятия теории числовых и функциональных рядов, а также рядов Фурье; приемы изучения поведения функции одной и многих переменных	*Уметь*: вычислять производные, интегралы, радиусы сходимости рядов; исследовать функции, раскладывать функции в ряды; исследовать функциональные последовательности и ряды на равномерную сходимость	*Владеть*: навыками применения математического анализа для решения как математических, так и прикладных задач; методикой вывода аналитических, алгоритмических и иных закономерностей		Билеты для экзамена

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач.ед. 144 часа, распределение часов по видам работ представлено в таблице 3.

Таблица 3. - Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час
	№ сем 4
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	**144**
1. Контактная работа:	**74**
Аудиторная работа,в том числе:	**68**
занятия лекционного типа (Л)	34
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. Занятия и др)	34
лабораторные работы (ЛР)	
Внеаудиторная, в том числе	**6**
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)	
текущий контроль, консультации по дисциплине	3
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	3
2. Самостоятельная работа (СРС)	**43**
реферат/эссе (подготовка)	
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)	
контрольная работа	
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)	
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	43
Подготовка к экзамену (контроль)	**27**
Подготовка к зачету	

5.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4-Содержание дисциплины, структурированное по темам

Планируемые (контролируемые) результаты освоения:код УК; ОПК; ПК и индиккаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)				
		Лекции	Лабор. работы	Практические занятия					
1семестр									
ОПК1 ИОПК-1.1	**Раздел 1. Комплексные числа.**								
	Тема 1.1. Формы записи комплексных чисел и действия над ними	2		2	2	- чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу: 7.1.3 - проработка лекционного материала; 7.2.5 , - решение домашних заданий7.2.5			
	Раздел 2. Последовательности и ряды комплексных чисел. Комплексные степенные ряды. Функции комплексного переменного.								
	Тема 2.1. Последовательности и ряды комплексных чисел. Связь с действительными последовательностями и рядами. Расширенная комплексная плоскость. Бесконечно удаленная точка. Сфера Римана. Функция комплексного переменного. Ряды функций. Предел и непрерывность комплексной функции.	2		2	2	- чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу: 7.1.3 - проработка лекционного материала; 7.2.5 - решение домашних заданий7.2.5			

Планируемые (контролируемые) результаты освоения:код УК; ОПК; ПК и индиккаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)				
		Лекции	Лабор. работы	Практические занятия					
	Тема 2.2. Дифференцирование функций комплексного переменного. Правила дифференцирования. Условия Коши-Римана.Аналитические функции. Формула для производной аналитической функции.Гармонические функции. Отыскание аналитической функции по ее вещественной или мнимой части: интегральный и безынтегральныйспособы.	3		3	3				
ОПК1 ИОПК-1.1	**Раздел 3. Элементарные функции комплексного переменного.**								
	Тема 3.1. Линейная функция и ее свойства. Дробно-линейная функция.Степенная Функция с натуральным показателем. Показательная функция. Экспонента, ее свойства. Формулы Эйлера. Синус и косинус в комплексной плоскости. Формулы сложения для синуса и косинуса на основе основного свойства экспоненты. Неограниченность синуса и косинуса. Периодичность экспоненты.	3		2	2	- чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу: 7.1.3 - проработка лекционного материала; 7.2.5 - решение домашних заданий7.2.5			
ОПК1 ИОПК-1.1	Тема 3.2. Области однолистности. Многозначные функции комплексной переменной и их однозначные ветви. Большой логарифм как многозначная функция, обратная к экспоненте. Основное свойство, главная ветвь. Радикал. Однозначные ветви. Точка ветвления. Алгебраические точки	2		2	2	- чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу: 7.1.3 - проработка лекционного материала; 7.2.5 - решение домашних заданий7.2.5	Аудиторная проверочная работа,		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения:код УК; ОПК; ПК и индиккаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)				
		Лекции	Лабор. работы	Практические занятия					
	ветвления. Обратные тригонометрические функции. Арксинус, арккосинус, арктангенс.Функция Жуковского								
ОПК1 ИОПК-1.1	**Раздел 4. Криволинейный интеграл и основные теоремы комплексного анализа.**								
	Тема 4.1. Интеграл от функции комплексного переменного. Теорема об интегрировании непрерывной функции. Сведение вычисления интеграла от функции комплексного переменного к вычислению двух криволинейных интегралов от действительных функций двух действительных переменных. Свойства интеграла от функции комплексного переменного.	3		2	4	- чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу: 7.1.3 - проработка лекционного материала; 7.2.5 - решение домашних заданий7.2.5	Аудиторная проверочная работа,		
	Тема 4.2. Интегральные теоремы Коши. Функция, аналитическая в области и на ее границе. Теорема Коши для односвязной области и следствия из нее. Теорема Коши для многосвязной области и следствия из нее.	2		2	2				
	Тема 4.3. . Первообразная. Совокупность всех первообразных функции. Теорема о первообразной непрерывной в односвязной области функции и следствие из нее. Формула Ньютона-Лейбница. Формула интегрирования по частям.Интегральная формула Коши. Интеграл Коши. Бесконечная дифференцируемость аналитической функции. Теорема Мореры. Теорема	2		3	3				

Планируемые (контролируемые) результаты освоения:код УК; ОПК; ПК и индиккаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)				
		Лекции	Лабор. работы	Практические занятия					
	Лиувилля. Основная теорема высшей алгебры (на основе теоремы Лиувилля).								
ОПК1 ИОПК-1.1	**Раздел 5. Функциональные комплексные ряды.**								
	Тема5.1 Функциональные комплексные ряды. Частичная сумма ряда. Сходимость ряда в точке. Сходимость ряда к функции. Степенные комплексные ряды. Область сходимости степенного ряда. Теорема Абеля и следствие из нее. Круг сходимости степенного ряда. Радиус круга сходимости степенного ряда. Ряд Тейлора. Теорема о разложении функции в ряд Тейлора и следствие из нее. Неравенства Коши. Регулярная точка. Особая точка.	3		2	4	- чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу: 7.1.3 - проработка лекционного материала; 7.2.5 - решение домашних заданий7.2.5			
	Тема 5.2. Теорема о радиусе сходимости разложения функции в ряд Тейлора. Разложение в ряд Тейлора известных функций комплексного переменного. Ряд Лорана. Теорема о разложении функции в ряд Лорана и следствие из нее. Правильная часть ряда Лорана. Главная часть ряда Лорана. Проколотая окрестность точки.	3		3	4				
ОПК1 ИОПК-1.1	**Раздел 6. Особые точки и теория вычетов.**								
	Тема 6.1. Изолированные особые точки, их классификация. Критерии правильной точки и полюса. Вид ряда Лорана в окрестности правильной точки, полюса, существенно особой точки. Теорема Сохоцкого. Теорема	4		5	7	- чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу: 7.1.3 - проработка лекционного материала; 7.2.5	Аудиторная проверочная работа,		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения:код УК; ОПК; ПК и индиккаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)				
		Лекции	Лабор. работы	Практические занятия					
	Пикара. Вычеты, способы их вычисления. Основная теорема о вычетах. Теорема о сумме вычетов. Вычисление интегралов от действительных функций. Вычисление несобсвенных интегралов от непрерывных и разрывных функции f(x).					- решение домашних заданий7.2.5			
ОПК1 ИОПК-1.1	**Раздел 7. Операционное исчисление.**								
	Тема 7.1. Преобразование Лапласа, его свойства. Оригинал. Изображение.Таблица оригиналов и изображений. Свойство подобия преобразования Лапласа. Дифференцирование оригинала.. Интегрирование оригинала. Дифференцирование изображения. Интегрирование изображения. Теорема запаздывания Теорема смещения. Предельные соотношения. Свертка функций. Свойства свертки.	3		2	4	- чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу: 7.1.3 - проработка лекционного материала; 7.2.5 - решение домашних заданий7.2.5	Тесты для текущего контроля знаний обучающихся в системе E-learning		
	Тема 7.2. Формула Дюамеля.Формула обращения Меллина. Вычисление оригиналов с помощью вычетов. Применение операционного исчисления к решению дифференциальных уравнений и их систем.	2		4	4				
	Итого по дисциплине	**34**		**34**	**43**				

6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Текущий контроль осуществляется по всем видам учебного процесса: устное собеседование по темам лекционных занятий, выполнение практических заданий и тесты для текущего контроля знаний. Промежуточный контроль проводится в устно-письменной форме.

6.1. Типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности освещены в разделе 12.

6.2 Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Таблица 5. - При текущем контроле (контрольные недели) и оценка выполнения контрольных работ

Шкала оценивания	**Экзамен**
40<R<=50	Отлично
30<R<=40	Хорошо
20<R<=30	Удовлетворительно
O<R<=20	Неудовлетворительно

Шкала оценивания для РГР

- оценка «**зачтено**» выставляется студенту в том случае, если все задачи решены, к задачам приведены пояснения, построены графики (где это требует условие);
- оценка «**не зачтено**» ставится в том случае, если какая-либо задача отсутствует или приведены недостаточные пояснения к решению задачи.

Таблица 6.- Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания

Код и наименование компетенции	**Код и наименование индикатора достижения компетенции**	**Критерии оценивания результатов обучения**			
		Оценка **«неудовлетворительно»** / «не зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка **«удовлетворительно»** / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка **«хорошо»** / «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка **«отлично»** / «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ИОПК-1.1. Обладает фундаментальными математическими знаниями для решения профессиональных задач	Не знает определений важнейших понятий дисциплины, свойств, не может сформулировать основные утверждения. Не может воспроизвести доказательства простейших утверждений курса. Не может решать простейшие задачи, производить элементарных вычислений.	Знает определения основных понятий дисциплины, формулирует важнейшие свойства и утверждения. Может доказать простейшие свойства и утверждения. Может решить простейшие задачи курса	Знает определения всех понятий дисциплины, может сформулировать (с небольшими неточностями) свойства и утверждения дисциплины Может доказать почти все утверждения, в доказательстве имеются небольшие пробелы. Решает все предложенные задачи курса, возможно, с небольшими недочетами; с небольшими замечаниями применяет основные методы и теории при решении задач курса.	Знает определения всех понятий дисциплины, свойства, четко и грамотно формулирует утверждения, свободно ориентируется в материале. Аргументировано, четко и логично проводит доказательства всех утверждений. Успешно владеет предложенными в курсе методами и теориями, аппаратом дифференциального и интегрального исчисления. Решает все предложенные задачи курса.

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку **«отлично»** заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку **«хорошо»** заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку **«удовлетворительно»** заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1Учебная литература

7.1.1 Пискунов Н.С. Дифференциальное и интегральное исчисления :Учеб.пособие:В 2-х т. Т.1 / Н. С. Пискунов. - Изд.стер. - М. : Интеграл-Пресс, 2006. - 416 с. - Предм.указ.:с.410-415. - ISBN 5-89602-012-0(т.1). - ISBN 5-89602-014-7.

7.1.2 Пискунов Н.С. Дифференциальное и интегральное исчисления :Учеб.пособие:В 2-х т. Т.2 / Н. С. Пискунов. - Изд.стер. - М. : Интеграл-Пресс, 2006. - 544 с. - Предм.указ.:с.539-544. - ISBN 5-89602-013-9(т.2). - ISBN 5-89602-014-7.

7.1.3 Письменный Д.Т. Конспект лекций по высшей математике / Д. Т. Письменный. - 10-е изд.,испр. - М. : Айрис-пресс, 2011. - 603 с. : ил. - (Высшее образование). - Прил.:с.599-603. - ISBN 978-5-8112-4351-8.

7.1.4 Запорожец Г.И. Руководство к решению задач по математическому анализу: Учеб.пособие / Г. И. Запорожец. - 7-е изд.,стер. - СПб. : Лань, 2010. - 461 с. : ил. - (Учебники для вузов.Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-0912-9.

7.1.5 Берман Г.Н. Сборник задач по курсу математического анализа. Решение типичных и трудных задач :Учеб.пособие / Г. Н. Берман. - 3-е изд.,стер. - СПб. : Лань, 2007. - 608 с. : ил. - (Учебники для вузов.Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-0657-9.

7.1.6 Высшая математика в упражнениях и задачах :Учеб.пособие:В 2-х ч. Ч.2 / П. Е. Данко [и др.]. - 6-е изд. - М. : Оникс 21 век; Мир и образование, 2007. - 416 с. : ил. - Библиогр.:с.416. - Прил.:с.409-415. - ISBN 978-5-488-01070-3(Оникс). - ISBN 978-5-488-01072-7(Ч.2). - ISBN 978-5-94666-366-3(Мир и образование); 978-5-94666-389-2(Ч.2).

7.2 Справочно-библиографическая литература.

— *учебники и учебные пособия*

7.2.1 Математический анализ: Учеб.пособие. Ч.1: Дифференциальное и интегральное исчисление функций одной переменной / В.В.Гладков, О.М. Исаева, И.В.Кольчик, Л.Н. Кривоносов, А.А.Куркин; НГТУ им.Р.Е.Алексеева. - Н. Новгород: [Изд-во НГТУ], 2019. - 213 с. - Библиогр.:с.213. - ISBN 978-5-502-01182-2; 978-5-502-01183-9 (ч.1).

7.2.2 Багаев, А.В. Математический анализ [Электронные текстовые данные]: Учеб.пособие. Ч.2: Дифференциальное и интегральное исчисление функций многих переменных / А.В.Багаев, Н.С.Гоберник, И.В. Горохова, И.В.Кольчик, А.А.; Куркин; НГТУ им.Р.Е.Алексеева. - Н. Новгород: [Изд-во НГТУ], 2020. - 183 с. - Библиогр.:с.181-182. - ISBN 978-5-502-01182-2.

7.2.3 Алексеенко С.Н. Дифференциальные уравнения: Учеб.пособие / С.Н.Алексеенко,А.В.Багаев, А.С.Епифанова, И.В.Кольчик, А.А.Куркин; НГТУ им.Р.Е.Алексеева. – Н. Новгород: [Изд-во НГТУ], 2019. - 280 с. - Библиогр.:с.279-280. - ISBN 978-5-502-01205-8.

7.2.4 Куркин, А.А. Кратные интегралы: Учеб.пособие / А.А.Куркин, О.Е. Куркина, И.В.Кольчик, А.В.Багаев, А.И. Зайцев; НГТУ им.Р.Е.Алексеева. - Н. Новгород: [Б.и.], 2014. - 140 с.: ил. - Библиогр.:с.138-137. - ISBN 978-5-502-00379-7.

7.2.5 Алексеенко, С.Н. Комплексный анализ и операционное исчисление: Учеб.пособие /С.Н. Алексеенко, А.В.Багаев, Л.Ю. Катаева,И.В.Кольчик; НГТУ им.Р.Е.Алексеева. - Н. Новгород: [Изд-во НГТУ], 2017. - 154 с. : ил. - Библиогр.:с.153-154. - ISBN 978-5-502-00969-0.

7.2.6 Функциональные последовательности и ряды. Решение задач: Учеб.пособие/ В. В. Гладков, И.И. Диденкулова, А.И. Зайцев, Л.Ю. Катаева, И.В. Кольчик, А.А. Куркин; НГТУ им. Р. Е. Алексеева. - Н. Новгород: [Изд-во НГТУ], 2016. – 120 с.- ISBN 978-5-502-00853-2.

7.3.Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

7.3.1 Кокоулина, М.В. Практикум по высшей математике [Электронные текстовые данные]: Учеб.пособие:В 2-х ч. Ч.1 /Кокоулина М.В., Кольчик И.В., Куркин А.А.и др.; НГТУ им.Р.Е.Алексеева. - Н.Новгород : [Изд-во НГТУ], 2020. - 176 с. - Библиогр.:с.174-175. - ISBN 978-5-502-01366-6.– Режим доступа: для авториз. пользователей.

7.3.2 Методические рекомендации по организации аудиторной работы. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г. Электронный адрес: http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/ymy/metod_dokym_obraz/met_rekom_aydit_rab.pdf?20. Дата обращения 23.09.2015.

7.3.3 Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы студентов по дисциплине. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г. Электронный адрес:http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl /ymy/metod_dokym_obraz/met_rekom_organiz_samoct_rab.pdf?20.

7.3.4 Учебное пособие «Проведение занятий с применением интерактивных форм и методов обучения», Ермакова Т.И., Ивашкин Е.Г., 2013 г. Электронный адрес:http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/ymy/metod_dokym_obraz/provedenie-zanyatij-sprimeneniem-interakt.pdf.

Материалы по дисциплине «Математика» в электронном варианте находятся в системе E-learning 4G по адресу:

https://edu.nntu.ru/storage?page_id=m9908

8. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и подлежит обновлению при необходимости).

8.1. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Перечень программных продуктов, используемых при проведении различных видов занятий по дисциплине (открытый доступ):

1. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: Справочная правовая система. - Режим доступа: http://www.consultant.ru/.
2. Научная электронная библиотека E-LIBRARY.ru. – Режим доступа: http://elibrary.ru/defaultx.asp
3. Электронная библиотечная система Поволжского государственного университета сервиса [Электронный ресурс]. – Режим доступа:http://elib.tolgas.ru./ - Загл. с экрана.
4. Электронно-библиотечная система Znanium.com [Электронный ресурс]. - Режим доступа:http://znanium.com/. – Загл. с экрана.
5. Открытое образование [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://openedu.ru/. - Загл с экрана.
6. Polpred.com. Обзор СМИ. Полнотекстовая, многоотраслевая база данных (БД) [Электронный ресурс]. - Режим доступа:http://polpred.com/. – Загл. с экрана.
7. Базы данных Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ РАН) по естественным, точным и техническим наукам Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://www.viniti.ru. – Загл. с экрана.
8. Университетская информационная система Россия [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://uisrussia.msu.ru/. – Загл. с экрана.

8.2 Перечень программных продуктов, используемых при проведении различных видов занятий по дисциплине (открытый доступ):

Таблица 8. Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка к ЭБС
1	Консультант студента	http://www.studentlibrary.ru/
2	Лань	https://e.lanbook.com/
3	Юрайт	https://biblio-online.ru/

8.3Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства необходимого для освоения дисциплины

Таблица 9. Перечень программного обеспечения

Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
1	2
MicrosoftWindowsXP/7/8.1/10 (подписка DreamSparkPremium, договор № 0509/КМР от 15.10.18)	Calculate Linux (свободноеПО)
Microsoft Visual Studio 2008/2010/2013/2015/2017 (подписка DreamSpark Premium, договор № 0509/КМР от 15.10.18)	Open Office 4.1.1 (лицензия Apache License 2.0)
MicrosoftOffice Профессиональный плюс 2010 (лицензия № 49487732)	AdobeReader 11 (проприетарноеПО)
Microsoft Office Standard 2007 (лицензия № 43847744)	Libre office 5.2.4.2 (свободноеПО, лицензия Mozilla Public License)
Microsoft Office Access 2013/2016 (подписка DreamSpark Premium, договор № Tr113003 от 25.09.14)	Visual Prolog (проприетарноеПО)
Microsoft Office Visio 2013/2016 (подписка	MicroCAP (бесплатная студенческая

DreamSpark Premium, договор № Tr113003 от 25.09.14)	версия)
Microsoft Project 2010 (подписка DreamSpark Premium, договор № Tr113003 от 25.09.14)	PascalABC.NET (свободное ПО, лицензия LGPL)
Mathcad 15 (лицензияPKG-7543-FN, MNT-PKG-7543-FN-T2, договор № 28-13/13-057 от 26.02.13)	FreePascal IDE(свободноеПО, лицензия GNU GPL 2)
AutodeskAutoCAD 2019 (с/н571-21012977, до 08.07.22)	Python 2.7 (свободное ПО, лицензия Python Software Foundation License)
Autodesk Inventor 2019 (с/н 570-41739728, до08.07.22)	Code::Blocks (свободноеПО, лицензия GNU GPLv3)
MatLABR2008a (лицензия № 527840)	Eclipse (открытое ПО, лицензия Eclipse Public License)
Р7 Офис (с/н 5260001439)	Python 3.6 (свободное ПО, лицензия Python Software Foundation License)
Компас 3D-V16 (лицензионное соглашение № К-080298)	Wing IDE (проприетарное ПО)
Dr.Web (с/н H365-W77K-B5HP-N346 от 31.05.2021, до 26.05.22)	IntelliJIDEA (свободное ПО, лицензия Apache)
SolidWorks (с/н 9710004412135426), договор №32110779827 от 08.11.21	Blender (свободное ПО, лицензия GNU GPL 2 и GNU GPL 3)
	Mendeley (проприетарное ПО)
	DeductorStudioAcademic (бесплатная студенческая версия)

Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

В таблице **10** указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ). Данный перечень подлежит обновлению в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

В данном разделе могут быть приведены ресурсы (ссылки на сайты), на которых можно найти полезную для курса информацию, в т.ч. статистические или справочные данные, учебные материалы, онлайн курсы и т.д.

Таблица 10 - Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
1	**2**	**3**
1	База данных стандартов и регламентов РОССТАНДАРТ	https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts
2	Электронная база избранных статей по философии	http://www.philosophy.ru/
3	Единый архив экономических и социологических данных	http://sophist.hse.ru/data_access.shtml

4	Базы данных Национального совета по оценочной деятельности	http://www.ncva.ru
5	Справочная правовая система «КонсультантПлюс»	доступ из локальной сети
6	Информационно-справочная система «Техксперт»	доступ из локальной сети

9. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице **10** указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. При заполнении таблицы может быть использована информация, размещенная в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации»https://www.nntu.ru/sveden/accenv/

Таблица 10. - Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
1	ЭБС «Консультант студента»	озвучка книг и увеличение шрифта
2	ЭБС «Лань»	специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
3	ЭБС «Юрайт»	версия для слабовидящих

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебные аудитории для проведения занятий по дисциплине, оснащены оборудованием и техническими средствами обучения

В таблице 11 перечислены:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;
- помещения для самостоятельной работы обучающихся, которые должны оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГТУ.

Таблица 11 - Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы студентов по дисциплине

№	Наименование аудиторий и помещений для проведения учебных занятий и самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	**1**	**2**	**3**

1	**1344** Мультимедийная аудитория (для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации) г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24, корп. 1	1. Доска меловая; 2. Мультимедийный проектор Epson X12; 3. Компьютер PC с выходом на Epson X12, Intel Core7-3820/8 Gb RAM/NVIDIA GeForce GTX 560/HDD 500; 4. Стул – 34 шт.; 5. Парты – 18 шт.;	1. Windows XP, Prof, S/P3 (подписка Dream Spark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14); 2. Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655); 3. Dr.Web (С/н 758S-TDJP-N7HB-ZH2F от 26.05.2025)
2	**1343а** Компьютерный класс (для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, курсового проектирования, выполнения курсовых работ) г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24, корп. 1	1.Персональные компьютеры PC AMD Athlon 64 X2 Dual Core Processor 4600+ 2.40 GHz/4 Gb RAM/ATI Radeon XI 200/HDD 250Gb/DVD-ROM, монитор 17”, в составе локальной вычислительной сети, с подключением к интернету-23шт; 2. Мультимедийный проектор BenQ; 3.Стол - 24шт.; 4. Рабочее место-1 шт.	1. Windows 7 (подписка DreamSpark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14); 2. Консультант Плюс (Договор №28-13/17-358); 3. 1С предприятие 8.1 (лицензионное соглашение №800908353 с ЗАО «1С»); 4. Visual Studio 2008 (подписка DreamSpark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14); 5. Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655); 6. Dr.Web (С/н 758S-TDJP-N7HB-ZH2F от 26.05.2025)
3	**6405** Мультимедийная аудитория (для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации) г. Нижний Новгород, Казанское ш., 12, корп. 6	1. Мультимедийный проектор PortableProjektorMPT840; 2. ПК с выходом на PortableProjektorMPT840, конфигурация которого: MB Asus на чипсете Nvidia/AMDAthlonXII CPU 2.8Ggz/ RAM 4 Ggb/SVGA Graphics +Ge-FORCE Nvidia GT210/HDD 250Ggb,, монитор 19 дюймов 3.Доска меловая;'экран 4.Парты – 20шт.; 5.Рабочее место – 30 чел	1. Windows7 32 bit корпоративная);VL 494877S2 2. Adobe Acrobat Reader DC-Russian; 3. Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655); 4. Dr.Web (С/н 758S-TDJP-N7HB-ZH2F от 26.05.2025)

11.МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

11.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа: аудиторная, внеаудиторная, а также проводиться в электронной информационно-образовательной среде университета (далее - ЭИОС).

При преподавании дисциплины используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность студентов при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной работы.

На лекциях, практических занятиях реализуются интерактивные технологии, приветствуются вопросы и обсуждения, используется личностно-ориентированный подход, технология работы в малых группах, что позволяет студентам проявить себя, получить навыки самостоятельного изучения материала, выровнять уровень знаний в группе.

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе над домашним заданием, подробно разбираются на практических занятиях и лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием, как встреч студентами, так и современных информационных технологий: электронная почта, ZOOM.

Инициируется активность студентов, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы студента, рекомендуются методы успешного самостоятельного усвоения материала в зависимости от уровня его базовой подготовки.

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенции применяется балльно-рейтинговаясистема контроля и оценки успеваемости студентов в процессе текущего контроля.

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена и зачета с учетом текущей успеваемости.

Результат обучения считается сформированным на повышенном уровне, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагает учебный материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, использует в ответе дополнительный материал. Все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты, проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

Результат обучения считается сформированным на пороговом уровне, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент последовательно, четко и логически стройно излагает учебный материал; справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, требующих применения знаний; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

Результат обучения считается несформированным, если студент при выполнении заданий не демонстрирует знаний учебного материала, допускает ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания, не демонстрирует необходимых умений, качество выполненных заданий не соответствует установленным требованиям, качество их

выполнения оценено числом баллов ниже трех по оценочной системе, что соответствует допороговому уровню.

11.2 Методические указания для занятий лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (Таблица 4) . Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям / лабораторным работам и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

В ходе лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала.

11.3 Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах

Не предусмотрены.

11.4. Методические указания по освоению дисциплины на занятиях семинарского типа

Практические занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы. Основной формой практических занятий является решение задач и разбор примеров.

Практические занятия обучающихся обеспечивают:

- проверку и уточнение знаний, полученных на лекциях;
- получение умений и навыков обсуждения вопросов по учебному материалу дисциплины;
- умение решать типовые задачи;
- подведение итогов занятий по рейтинговой системе, согласно технологической карте дисциплины.

Типовые задания к практическим работам приведены в разделе12.

11.5. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в Разделе 6.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (указано в таблице 11). В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть

использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

12.ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Для текущего контроля знаний студентов по дисциплине проводится **комплексная оценка знаний,** включающая

- обсуждение теоретических вопросов;
- решение типовых задач;
- аудиторная проверочная работа;
- экзамен.

12.1 Вопросы для практических занятий и проверочных работ.

1.Геометрический смысл операции сопряжения.

2.Геометрический смысл понятий модуля и аргумента.

3.Геометрический смысл операций сложения и умножения.

4.Изображение на комплексной плоскости уравнений и неравенств, содержащих комплексную переменную.

5.Взаимопереход между записью уравнений и неравенств в символической форме и в координатной форме.

6.Записать степенные ряды для функций $\exp z, \sin z, \cos z$ и указать радиусы их сходимости.

7.Записать степенные ряды для $\ln z, arctgz, (1+z)^{\alpha}$ и указать радиусы их сходимости.

8.Записать условия голоморфности и антиголоморфности через формальные производные $\frac{\partial}{\partial z}, \frac{\partial}{\partial \bar{z}}$.

9.Записать уравнение Лапласа через формальные производные.

10.Вычислить криволинейный интеграл $\oint_{\gamma} |z|\,dz,$ где γ - периметр единичного квадрата.

11.Вычислить криволинейный интеграл от голоморфной функции $\oint_{|z|=2} \frac{z+2}{z+1} dz.$

12.Вычислить криволинейный интеграл $\oint_{|z|=2} \frac{z+2}{(z+1)^2} dz.$

13.Найти радиус сходимости ряда Тейлора функции $\frac{1}{1+z^2}$ в точке 3, не вычисляя самого ряда.

14.Разложить в ряд Тейлора в окрестности нуля функцию $\frac{z}{z^2-3z+2}$.

15.Найти область сходимости ряда Лорана $\sum_{n=-\infty}^{+\infty} 2^{-|n|} z^n.$

16.Разложить функцию $\frac{1}{(z+1)(z-2)}$ в ряд Лорана в кольце $1<|z|<2$.

17.Разложить функцию $\frac{1}{z(z-3)^2}$ в ряд Лорана в кольце $1<|z-1|<2$.

18.Найти все изолированные особые точки и определить их тип для функции $z^2 \sin\frac{z}{z+1}$.

19.Вычислить вычет в нуле для функции $\frac{\sin z}{z^2}$.

20.Вычислить вычет в бесконечности для функции $\cos\pi\frac{z+2}{2z}$.

21.Найти все вычеты для функции $\frac{z^2}{1+z^4}$.

22.Вычислить интеграл с помощью вычетов $\oint\limits_{|z-1|=1}\frac{dz}{1+z^4}$.

23.Вычислить с помощью вычетов вещественный интеграл 1-го типа $\int\limits_{-\pi}^{\pi}\frac{dx}{5-3\cos x}$.

24.Вычислить с помощью вычетов вещественный интеграл 2-го типа $\int\limits_{-\infty}^{+\infty}\frac{x^2dx}{(x^2+1)(x^2+9)}$.

25.Найти изображение оригинала $f(t)=te^{2t}$.

26.Найти оригинал изображения $F(p)=\frac{p}{p^2-3p+2}$.

27.Решить дифференциальное уравнение $x''-2x'+x=t^2e^t, x(0)=x'(0)=0$.

28.Решить систему дифференциальных уравнений
$x'+2x+2y=10e^{2t}, y'-2x+y=7e^{2t}, x(0)=1, y(0)=3$.

12.2 Вопросы для экзамена(промежуточная аттестация)

1.Комплексные числа и действия над ними

2.Ряды комплексных чисел. Связь с действительными рядами. Абсолютная сходимость комплексных рядов

3.Теорема Коши о произведении комплексных рядов.

4.Комплексные степенные ряды. Лемма Абеля. Вид области сходимости.

5.Формулы для вычисления радиуса сходимости комплексного степенного ряда.

6.Экспонента, ее свойства. Действительная и мнимая части экспоненты. Формулы Эйлера.

7.Синус и косинус в комплексной плоскости. Формулы Эйлера для комплексного аргумента. Вывод формул сложения для синуса и косинуса из основного свойства экспоненты. Неограниченность синуса и косинуса.

8.Многозначные функции комплексной переменной и их однозначные ветви. Большой логарифм как многозначная функция, обратная экспоненте. Основное свойство большого логарифма. Главная ветвь.

9.Многозначные функции, обратные к тангенсу и косинусу.

10.Определение степени и логарифма по комплексному основанию для комплексных чисел. Основное свойство степени.

11.Производная функции комплексной переменной и правила ее вычисления.

12.Понятие голоморфной функции. Критерий голоморфности. Условия Коши-Римана.

13.Геометрический смысл модуля и аргумента производной.

14.Формальные частные производные $\frac{\partial}{\partial z}, \frac{\partial}{\partial \bar{z}}$. Запись через них условий голоморфности и антиголоморфности.

15.Гармонические функции. Гармоничность вещественной и мнимой части голоморфной функции. Условие гармоничности через формальные производные.

16.Отыскание голоморфной функции по ее вещественной части: интегральный метод.

17.Отыскание голоморфной функции по ее вещественной части: безынтегральный метод.

18.Линейная функция и ее свойства.

19.Дробно-линейная функция.

20.Степенная функция. Области однолистности.

21.Криволинейный интеграл в комплексной плоскости. Связь с вещественными криволинейными интегралами. Свойства.

22.Интегральная теорема Коши.

23.Интегральная теорема Коши для многосвязных областей.

24.Интегральная формула Коши.

25.Теорема аналитичности. Бесконечная дифференцируемость голоморфной функции.

31.Ряды Лорана. Вид области сходимости. Радиусы сходимости.

32. Теорема Лорана.

33.Изолированные особые точки, их классификация. Критерий правильной точки.

34.Критерий полюса. Вид ряда Лорана в окрестности правильной точки, полюса, существенно особой точки (для конечных и бесконечных точек).

35.Теорема Сохоцкого. Теорема Пикара (без доказательства).

36.Вычеты. Способы их вычисления.

37.Основная теорема о вычетах. Теорема о сумме вычетов.

38.Вычисление интеграла от функции $g(z)\frac{f'(z)}{f(z)}$.

39.Вычисление вещественных интегралов с помощью вычетов.

40. Операционное исчисление. Преобразование Лапласа. Оригинал. Показатель роста. Изображение.

41. Однородность преобразования Лапласа.

42. Аддитивность преобразования Лапласа.

43. Свойство подобия преобразования Лапласа.

44. Дифференцирование оригинала.

45. Интегрирование оригинала.

46. Дифференцирование изображения.

47. Интегрирование изображения.

48. Теорема запаздывания.

49. Теорема смещения. Предельные соотношения.

50. Свертка функций. Свойства свертки (коммутативность, ассоциативность, рефлексивность).

51. Формула Дюамеля.

52. Обращение преобразования Лапласа. Теорема обращения. Теорема

единственности.

53. Первая и вторая теоремы разложения.

54. Применение операционного исчисления к решению дифференциальных уравнений.

55. Применение операционного исчисления к решению систем дифференциальных уравнений.

12.3 Пример экзаменационного билета (промежуточная аттестация)

Типовой экзаменационный билет

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. Р.Е.Алексеева

Кафедра «Цифровая экономика»

Дисциплина «Комплексный анализ»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №

1. Дать определение вычета функции f(z). Вычисление вычетов в изолированных особых точках.
2. Сформулировать и доказать теорему Коши.
3. Восстановить аналитическую функцию f(z) по ее действительной части $u(x,y) = x^3 + 6x^2y - 3xy^2 - 2y^3$ и значению $f(0) = 0$.

4. Найти все значения: $\sqrt[3]{-4 + 4i\sqrt{3}}$

5. Используя теорию вычетов, вычислить заданный контурный интеграл

$\oint_{|z+4|=2} \left(z\cos\frac{1}{z+4} + \frac{2\sin\frac{\pi z}{6}}{(z+3)^2(z+1)} \right)$, обход контура положительный.

6. Методом операционного исчисления найти частное решение задачи Коши.

$$\begin{cases} x' = 4x + 4y \\ y' = -6x - 7y \end{cases} x(0) = -1, y(0) = 3.$$

Зав. кафедрой *Экзаменатор*

«____» _____ 20____г.

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института ИНЭУ

_____
“____”_____202__ г.

Лист актуализации рабочей программы дисциплины[1]

«Б1.Б.15 Комплексный анализ»

индекс по учебному плану, наименование

для подготовки бакалавров/ специалистов/ магистров
Направление: 01.03.02 Прикладная математика и информатика
Направленность: Программирование и системный анализ
Форма обучения очная
Год начала подготовки:2025

Курс 1-2
Семестр 1-3
[2]а) В рабочую программу не вносятся изменения. Программа актуализирована для 20__ г. начала подготовки.
б) В рабочую программу вносятся следующие изменения (указать на какой год начала подготовки):

1) ……..;
2) ……..;
3) ……

Разработчик (и): _____
(ФИО, ученая степень, ученое звание)
«__»_____2025_г.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры _____
_____ протокол № _____ от «__» _____2025__г.

Заведующий кафедрой _____

Лист актуализации принят на хранение:

Заведующий выпускающей кафедрой *(наименование)*_____«__» _____ 2025_г.

Методический отдел УМУ:_____ «__» _____2025_ г.

[1]Рабочая программа дисциплины актуализируется ежегодно перед началом нового учебного года

[2]Разработчик выбирает один из представленных вариантов