

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

Институт экономики и управления (ИНЭУ)

УТВЕРЖДАЮ

Директор института

_____ С.Н. Митяков

“20” сентября 2024 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 – 2024 г.

Выпускающая кафедра: «Цифровая экономика»

Кафедра-разработчик: «Цифровая экономика»

Объем дисциплины – 144/4

часов/з.е

Промежуточная аттестация – экзамен

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

НИЖНИЙ НОВГОРОД, 2024 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 28.05.2024 № 17

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры протокол от 25.04.2024 № 2

Заведующий. кафедрой д.ф.-м.н., профессор _____ С.Н. Митяков
(подпись)

Программа рекомендована к утверждению ученым советом института ИНЭУ,
протокол от 17.09.2024 № 6

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

Начальник МО _____

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 ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ | 16 |
| 9. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ | 19 |
| 10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ | ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА. |
| 11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ | ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА. |
| 12. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ | ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА. |

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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 Б1.Б.15 «Комплексный анализ» включена в обязательный перечень дисциплин обязательной части образовательной программы вне зависимости от её 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 объеме 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

Таблица 1

Формирование компетенций дисциплинами очной формы обучения

| Наименование дисциплин, формирующих компетенцию ОПК-1 совместно | Семестры, формирования дисциплины | | | | | | | |
|---|-----------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Алгебра и геометрия | | | | | | | | |
| Математический анализ | | | | | | | | |
| Физика | | | | | | | | |
| Комплексный анализ | | | | | | | | |
| Специальные главы математического 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 математическими знаниями для решения профессиональных задач | Знать: основные понятия и методы комплексного анализа | Уметь: применять методы комплексного анализа для решения практических задач | Владеть: действиями с комплексными числами, приемами дифференцирования и интегрирования функций комплексной переменной, разложение функций в ряды Тейлора и Лорана, методами вычисления интегралов с помощью вычетов | | Билеты для экзамена |

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

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

Таблица 3

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

| Вид учебной работы | Трудоёмкость в час |
|--|--|
| | 4 семестр |
| Формат изучения дисциплины | с использованием элементов электронного обучения |
| Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану | 144 |
| 1. Контактная работа | 75 |
| 1.1. Аудиторная работа, в том числе: | 68 |
| - занятия лекционного типа (Л) | 34 |
| - занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практические занятия) | 34 |
| - лабораторные работы (ЛР) | — |
| 1.2. Внеаудиторная, в том числе: | 7 |
| - курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита) | — |
| - текущий контроль, консультации по дисциплине | 4 |
| - контактная работа на промежуточном контроле (КРА) | 3 |
| 2. Самостоятельная работа (СРС) | 42 |
| 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) | 42 |
| Подготовка к экзамену (контроль) | 27 |

5.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4

Содержание дисциплины, структурированное по темам

| Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы 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 | | | | |
| | | лекции | лабораторные работы | практические занятия | | | | | |
| 1 семестр | | | | | | | | | |
| 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 заданий 7.2.5 | | | Математика (3 семестр бакалавры) 86 часов |
| | 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 заданий 7.2.5 | | | |
| | 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 её вещественной или мнимой части: интегральный и безынтегральный способы | 3 | — | 4 | 2 | | | | |

| Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы 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 | | | | |
| | | лекции | лабораторные работы | практические занятия | | | | | |
| 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, её 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 заданий 7.2.5 | лекция-объяснение с частичным привлечением формы беседы | | |
| ОПК1 ИОПК-1.1 | Раздел 3. Элементарные функции комплексного переменного | | | | | | | | |
| | Тема 3.2. Области однолиственности. 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 ветвления. Обратные тригонометрические функции. Арксинус, арккосинус, арктангенс. Функция Жуковского | 2 | — | 2 | 2 | - чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу: 7.1.3 - проработка лекционного материала 7.2.5 - решение домашних заданий 7.2.5 | | | |
| 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 | 3 | - чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу: 7.1.3 - проработка лекционного материала 7.2.5 - решение домашних заданий 7.2.5 | аудиторная проверочная работа | | |

| Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы 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 | | | | |
| | | лекции | лабораторные работы | практические занятия | | | | | |
| | Тема 4.2. Интегральные теоремы Коши. Функция, аналитическая в области и на её границе. Теорема Коши для односвязной области и следствия из нее. Теорема Коши для многосвязной области и следствия из неё | 2 | — | 2 | 2 | | | | |
| | Тема 4.3. Первообразная. Совокупность всех первообразных функции. Теорема о первообразной непрерывной в односвязной области функции и следствие из неё. Формула Ньютона-Лейбница. Формула интегрирования по частям. Интегральная формула Коши. Интеграл Коши. Бесконечная дифференцируемость аналитической функции. Теорема Мореры. Теорема Лиувилля. Основная теорема высшей алгебры (на основе теоремы Лиувилля) | 2 | — | 3 | 3 | | | | |
| ОПК1 ИОПК-1.1 | Раздел 5. Функциональные комплексные ряды | | | | | | | | |
| | Тема 5.1 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 неё. Неравенства Коши. Регулярная точка. Особая точка | 3 | — | 2 | | | | | 4 |
| | 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 | 3 | — | 3 | 4 | | | | |

| Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы 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 | | | | |
| | | лекции | лабораторные работы | практические занятия | | | | | |
| | функции в ряд Лорана и следствие из нее. Правильная часть ряда Лорана. Главная часть ряда Лорана. Проколота окрестность точки | | | | | | | | |
| 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 Пикара. Вычеты, способы их вычисления. Основная теорема о вычетах. Теорема о сумме вычетов. Вычисление интегралов от действительных функций. Вычисление несобственных интегралов от непрерывных и разрывных функций $f(x)$ | 4 | — | 5 | 7 | - чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу: 7.1.3 - проработка лекционного материала 7.2.5 - решение домашних заданий 7.2.5 | аудиторная проверочная работа | | |
| 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 Тема 7.2. Формула Дюамеля. Формула обращения Меллина. Вычисление оригиналов с помощью вычетов. Применение операционного исчисления к решению дифференциальных уравнений и их систем | 3 | — | 2 | 4 | - чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу: 7.1.3 - проработка лекционного материала; 7.2.5 - решение домашних заданий 7.2.5 | тесты для текущего контроля знаний обучающихся в системе <i>E-learning</i> | | |
| | Итого по дисциплине | 34 | — | 34 | 42 | | | | |

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 |
|------------------|---------------------|
| $40 < R \leq 50$ | отлично |
| $30 < R \leq 40$ | хорошо |
| $20 < R \leq 30$ | удовлетворительно |
| $0 < R \leq 20$ | неудовлетворительно |

Шкала оценивания для РГР:

- оценка «**зачтёно**» выставляется студенту в том случае, если все задачи решены, к задачам приведены пояснения, построены графики (где это требует условие);

- оценка «**не зачтёно**» ставится в том случае, если какая-либо задача отсутствует или приведены недостаточные пояснения к решению задачи.

| 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 |

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 тах рейтинговой оценки контроля | оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от тах рейтинговой оценки контроля | оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от тах рейтинговой оценки контроля | оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от тах 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 |

7.УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Учебная 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

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. - 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.- 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.

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/yumy/metod_dokym_obraz/met_rekom_organiz_samost_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/yumy/metod_dokym_obraz/provedenie-zanyatij-sprimeneniem-interakt.pdf.

Материалы по дисциплине «Математика» в электронном варианте находятся в системе E-learning5G 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

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>;

4) электронно-библиотечная система Znanium.com [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://znanium.com>;

5) открытое образование [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://openedu.ru>;

6) polpred.com. Обзор СМИ. Полнотекстовая, многоотраслевая база данных (БД) [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://polpred.com>;

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>;

8) университетская информационная система Россия [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://uisrussia.msu.ru>.

8.2. Перечень программных продуктов, используемых при проведении различных видов занятий по дисциплине

В таблице 8 представлен перечень электронных библиотечных систем (ЭБС).

Таблица 8

Перечень электронных библиотечных систем

| Наименование ЭБС | Ссылка, по которой осуществляется доступ к ЭБС |
|-----------------------------------|---|
| ЭБС «Консультант студента» | http://www.studentlibrary.ru |
| ЭБС «Лань» | https://e.lanbook.com |
| Образовательная платформа «Юрайт» | https://urait.ru |
| TNT-ebook | https://www.tnt-ebook.ru |

8.3. Перечень 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 |
|--|--|
| Microsoft Windows XP, Prof, S/P3 (подписка DreamSpark Premium, договор № Tr113003 от 25.09.2014) | Open Office 4.1.1 (лицензия Apache License 2.0) |
| Microsoft Windows 7 (подписка MSDN 4689, | Adobe Acrobat Reader (FreeWare) |

| Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе | Программное обеспечение свободного распространения |
|--|--|
| подписка DreamSpark Premium, договор № Tr113003 от 25.09.2014) | |
| Visual Studio 2008 (подписка DreamSpark Premium, договор № Tr113003 от 25.09.2014) | |
| Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655) | |
| Microsoft Office (лицензия № 43178972) | |
| Windows XP лиц. № 65609340 | |
| Office 2007 лиц. № 43178971 | |
| Microsoft Windows XP Professional (лицензия № 43178980) | |
| Microsoft Office 2007 (лицензия № 44804588) | |
| Adobe Design Premium CS 5.5.5 (лицензия № 65112135) | |
| Dr.Web (с/н ZNFC-CR5D-5U3U-JKGP от 20.05.2024 до 30.05.2025) | |

8.4. 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.

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) |
|---|---|
| База данных стандартов и регламентов РОССТАНДАРТ | https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts |
| Электронная база избранных статей по философии | http://www.philosophy.ru |
| Единый архив экономических и социологических данных | http://sophist.hse.ru/data_access.shtml |
| Базы данных Национального совета по оценочной деятельности | http://www.ncva.ru |
| Информационно-справочная система «Техксперт» | доступ из локальной сети |
| База данных стандартов и регламентов РОССТАНДАРТ | https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts |

9. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 11 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 11

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 |
|--|---|
| ЭБС «Консультант студента» | озвучение книг и увеличение шрифта |
| ЭБС «Лань» | специальное мобильное приложение – синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации |

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 12 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 12

Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы студентов по дисциплине

| Номер аудитории | Наименование аудиторий и помещений для самостоятельной работы | Оснащенность аудиторий помещений и помещений для самостоятельной работы | Перечень лицензионного программного обеспечения и реквизиты подтверждающего документа |
|-----------------|---|--|---|
| 3214 | Компьютерный класс | Персональные компьютеры <i>PC AMD Athlon 64 X2 DualCoreProcessor 5000+ 2,60 GHz/4 GbRAM/ATI Radeon1250/HDD 250 Gb/DVD-ROM; монитор 18"</i> , подключены к сети интернет и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду НГТУ | <i>MicrosoftOffice 2007</i> стандартный (лицензия № 43847744 бессрочное) |
| | | | <i>Math Cad 14.0 Professional (PKG-TL7517-FN, MMT-TL7517PN-T2</i> бессрочное) |
| | | | <i>Foxmanager</i> (лицензионное соглашение № 1728740 от 17.01.2013 «СофтЛайн Интернет Трейд» (бессрочное)) |
| | | | IC: Предприятие 8.2 (лицензионное соглашение № 800908353 с ЗАО «IC» (бессрочное)) |
| 6130 | Компьютерный класс | Персональные компьютеры <i>Intel Core7-3820/8 GbRAM/NVIDIA GeForce GTX 560/HDD 500; монитор 17"</i> , подключены к сети интернет и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду НГТУ | <i>ProjectExpert</i> (лицензионное соглашение № 21561N с ООО «Эксперт Системс» (бессрочное)) |
| | | | <i>AltFinance 2</i> (лицензия, договор № 6-12-023 от 12.09.2012, регистрационный номер 60909 от 15.11.2012 (бессрочная) |
| | | | <i>Dr.Web (с/н ZNFC-CR5D-5U3U-JKGP om 20.05.2024)</i> |
| 6131 | Компьютерный класс | Персональные компьютеры <i>Intel Core7-3820/8 GbRAM/NVIDIA GeForce GTX 560/HDD 500; монитор 17"</i> , подключены к сети интернет и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду НГТУ | <i>Windows 10 Pro</i> для учебных заведений (подписка <i>DreamSparkPremium</i> , договор № Tr113003 от 25.09.2014) |
| | | | <i>Adobe Acrobat Reader DC-Russian</i> |
| | | | <i>MsOfficeProPlus 2007</i> (лицензия № 42470655) |
| | | | <i>MathCad 15 M010(PKG-7543-FN, MNT-PKG-7543-FN-T2</i> договор № 28-13/13-057 от 26.02.2013 бессрочное) |
| 6131 | Компьютерный класс | Персональные компьютеры <i>Intel Core7-3820/8 GbRAM/NVIDIA GeForce GTX 560/HDD 500; монитор 17"</i> , подключены к сети интернет и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду НГТУ | <i>Dr.Web (с/н ZNFC-CR5D-5U3U-JKGP om 20.05.2024)</i> |
| | | | <i>Windows 8.1</i> корпоративная 68980858 от 10.10.2017 |
| | | | <i>Adobe Acrobat Reader DC-Russian</i> |
| | | | <i>MsOfficeProPlus 2007</i> (лицензия № 42470655) |
| 6131 | Компьютерный класс | Персональные компьютеры <i>Intel Core7-3820/8 GbRAM/NVIDIA GeForce GTX 560/HDD 500; монитор 17"</i> , подключены к сети интернет и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду НГТУ | <i>MathCad 15 M010(PKG-7543-FN, MNT-PKG-7543-FN-T2</i> договор № 28-13/13-057 от 26.02.2013 бессрочное) |
| | | | <i>Dr.Web (с/н ZNFC-CR5D-5U3U-JKGP om 20.05.2024)</i> |
| | | | <i>Windows 8.1</i> корпоративная 68980858 от 10.10.2017 |
| | | | <i>Adobe Acrobat Reader DC-Russian</i> |

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 проводится в электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС).

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий: балльно-рейтинговая технология оценивания в среде *E-learning 5G*.

При преподавании дисциплины «Дифференциальные уравнения», 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*.

Иницируется 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-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости студентов в процессе текущего контроля.

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена и зачета с учётом 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 и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

11.3. Методические указания по освоению дисциплины на практических работах

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.

Задания к практическим работам описаны в учебном пособии: 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.

11.4. 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 (таблица 12). 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

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости представлены в ФОС дисциплины.