

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

Балахнинский филиал ННГУ

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Высшая математика

Уровень высшего образования

Бакалавриат

Направление подготовки / специальность

13.03.02 - Электроэнергетика и электротехника

Направленность образовательной программы

Электрорадиотехника

Форма обучения

очная, очно-заочная

г. Балахна

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.13 Высшая математика относится к обязательной части 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 |
| ОПК-3: Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач | ОПК-3.1: Применяет математический аппарат аналитической геометрии, линейной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления функции одной переменной ОПК-3.2: Применяет математический аппарат теории функции нескольких переменных, теории функций комплексного переменного, теории рядов, теории дифференциальных уравнений ОПК-3.3: Применяет математический аппарат теории вероятностей и математической статистики ОПК-3.4: Применяет математический аппарат численных методов ОПК-3.5: Демонстрирует понимание физических явлений и применяет законы механики, термодинамики, электричества и магнетизма ОПК-3.6: Демонстрирует знание элементарных основ оптики, квантовой механики и атомной физики | ОПК-3.1: Знает определение функции одной переменной, понятие производной и дифференциала, понятие определенного и неопределенного интеграла, формулу Ньютона_Лейбница, методы интегрирования, приложения производной и определенного интеграла, основы теории многочленов; основные понятия и факты, относящиеся к линейным, евклидовым, унитарным пространствам, линейным преобразованиям, билинейным функциям и квадратичным формам; понятия и факты аналитической геометрии (системы координат, прямые, плоскости, кривые и поверхности второго порядка) Умеет вычислять пределы числовых последовательностей и функций, находить производные и дифференциалы высших порядков, уравнение касательной к графику функции в точке. Проводить полное исследование функции и на основании данного исследования строить эскизы графиков функций заданных явно и параметрически. | Задачи Собеседование | Экзамен: Задачи Контрольные вопросы |

| | | | | |
|--|--|---|--|--|
| | | <p>Интегрировать простейшие дроби, выражения, рационально зависящие от тригонометрических функций, дифференциальный бином. Применять определенный интеграл для решения задач, связанных с определением длины дуги и спрямляемой кривой, площади плоской фигуры, площади поверхности задачи вращения. Решать задачи с многочленами (отделение кратных множителей, отделение вещественных корней, нахождение интерполяционного многочлена), задачи линейной алгебры (матричная алгебра, общее решение систем линейных уравнений, сумма и пересечение подпространств, определители, задача на собственные числа и собственные вектора, приведение квадратичной формы к каноническому виду, приведение квадратичной формы к диагональному виду ортогональным преобразованием; решать задачи аналитической геометрии (параметрические и общие уравнения, пересечение прямых и плоскостей, нахождение расстояний и углов)</p> <p>Владеет математическим аппаратом аналитической геометрии, линейной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления функции одной переменной.</p> <p>ОПК-3.2: Знает понятие функции многих переменных, достаточное условие дифференцируемости, необходимое условие локального экстремума, понятие числового ряда,</p> | | |
|--|--|---|--|--|

| | | | | |
|--|--|--|--|--|
| | | <p> понятия функциональной последовательности и функционального ряда, понятие равномерной сходимости функциональных рядов. понятие степенного ряда, теоремы Вейерштрасса о равномерном приближении непрерывных функций на отрезке тригонометрическими и алгебраическими многочленами. Общую теорию дифференциальных уравнений и систем дифференциальных уравнений (существование и единственность решения задачи Коши, непрерывная зависимость от начальных условий и параметров, дифференцируемость по начальным условиям и параметрам; теорию линейных дифференциальных уравнений и систем уравнений; типы и методы решения интегрируемых нелинейных обыкновенных дифференциальных уравнений первого и высших порядков; Понятие функции комплексного переменного, производной функции комплексного переменного, условие Коши-Римана. Умеет исследовать непрерывность функции по совокупности переменных и по отдельным переменным, находить касательную плоскость и нормаль к поверхности. Вычислять старшие производные неявных функций. Находить локальный, глобальный экстремум функции на множестве, условный экстремум функции. Исследовать сходимость рядов с 5 помощью признаков Даламбера, Коши, Раабе. Интегральный признак сходимости. Исследовать сходимость </p> | | |
|--|--|--|--|--|

| | | | | |
|--|--|---|--|--|
| | | <p>знакопередающих рядов с помощью признака Лейбница. Находить область и радиус сходимости степенного ряда с использованием формул Даламбера, Коши. Находить общее решение и решение задачи Коши интегрируемых дифференциальных уравнений 1-го порядка (с разделяющимися переменными, однородные, линейные, в полных дифференциалах и приводимые к ним, не разрешенные относительно производной); находить общее решение и решение задачи Коши линейных дифференциальных уравнений высших порядков с постоянными коэффициентами; находить общее решение и решение задачи Коши нелинейных дифференциальных уравнений высших порядков и нелинейных систем уравнений; находить состояния равновесия автономных динамических систем второго порядка, исследовать их тип и характер устойчивости по первому приближению, строить фазовый портрет аналитическими и качественно-численными методами; строить и исследовать математические модели несложных динамических систем в форме дифференциальных уравнений ; применять методы теории функций комплексного переменного к решению задач.</p> <p>Владеет математическим аппаратом теории функции нескольких переменных, теории функций комплексного переменного, теории рядов, теории дифференциальных уравнений</p> | | |
|--|--|---|--|--|

| | | | | |
|--|--|---|--|--|
| | | <p>ОПК-3.3:</p> <p>Знает</p> <p>основные положения теории вероятностей и математической статистики (понятие случайной величины, функциональной, статистической и корреляционной зависимостей)</p> <p>Умеет</p> <p>применять вероятностно-статистические методы для обобщения и анализа информации</p> <p>Владеет</p> <p>методами решения вероятностных задач, обработки и анализа статистических данных</p> <p>ОПК-3.4:</p> <p>Знает</p> <p>определение погрешности вычислений и ее составные компоненты. Основные понятия и факты из теории приближения функций (интерполяция, элемент наилучшего приближения. Методы численного дифференцирования и интегрирования. Способы отделения корней и методы приближенного решения нелинейных уравнений с одной переменной. Методы решения задач линейной алгебры, условия сходимости итерационных процессов. Основные методы интегрирования дифференциальных задач.</p> <p>Умеет</p> <p>использовать базовые знания в формулировании и решении задач численных методов,</p> <p>Владеет</p> <p>математическим аппаратом численных методов.</p> <p>ОПК-3.5:</p> | | |
|--|--|---|--|--|

| | | | | |
|--|--|---|--|--|
| | | <p>Знает основные законы и положения механики, термодинамики, электричества и магнетизма</p> <p>Умеет воспринимать ценности математики как науки и свободно, оперировать с абстрактными объектами и быть корректным в употреблении математических понятий и символов для выражения количественных и качественных отношений демонстрировать базовые знания в области математики и математических методов расчётов и моделирования.</p> <p>Владет навыками современных видов математического мышления, использования математических методов и основ математического моделирования в практической деятельности, математическими методами в приложениях к механике, термодинамике, электричеству и магнетизму.</p> <p>ОПК-3.6:</p> <p>Знает основные законы и положения оптики, квантовой механики и атомной физики</p> <p>Умеет воспринимать ценности математики как науки и свободно, оперировать с абстрактными объектами и быть корректным в употреблении математических понятий и символов для выражения количественных и качественных отношений демонстрировать базовые знания в области математики и математических методов расчётов и моделирования.</p> <p>Владет навыками современных видов</p> | | |
|--|--|---|--|--|

| | | | | |
|--|--|--|--|--|
| | | математического мышления, использования математических методов и основ математического моделирования в практической деятельности, математическими методами в приложениях к оптике, квантовой механике и атомной физике | | |
|--|--|--|--|--|

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

| | очная | очно-заочная |
|--|-----------------------|-----------------------|
| Общая трудоемкость, з.е. | 24 | 24 |
| Часов по учебному плану | 864 | 864 |
| в том числе | | |
| аудиторные занятия (контактная работа): | | |
| - занятия лекционного типа | 176 | 110 |
| - занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы) | 184 | 110 |
| - КСР | 8 | 8 |
| самостоятельная работа | 352 | 492 |
| Промежуточная аттестация | 144 Экзамен | 144 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 | | | |
| | ОФО | ОЗФО | ОФО | ОЗФО | ОФО | ОЗФО | ОФО | ОЗФО | ОФО | ОЗФО |
| Введение | 20 | 24 | 6 | 6 | 6 | 6 | 12 | 12 | 8 | 12 |
| Теория пределов | 24 | 24 | 6 | 6 | 6 | 6 | 12 | 12 | 12 | 12 |
| Непрерывность функции | 14 | 14 | 4 | 3 | 4 | 3 | 8 | 6 | 6 | 8 |
| Дифференциальное исчисление функции одной переменной | 74 | 60 | 18 | 12 | 20 | 12 | 38 | 24 | 36 | 36 |
| Комплексные числа | 8 | 8 | 2 | 1 | 2 | 1 | 4 | 2 | 4 | 6 |

| | | | | | | | | | | |
|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Интегральное исчисление функции одной переменной | 44 | 32 | 10 | 5 | 14 | 5 | 24 | 10 | 20 | 22 |
| Элементы высшей алгебры | 94 | 94 | 22 | 11 | 24 | 11 | 46 | 22 | 48 | 72 |
| Аналитическая геометрия в пространстве | 32 | 32 | 8 | 4 | 8 | 4 | 16 | 8 | 16 | 24 |
| Несобственные интегралы | 16 | 16 | 4 | 2 | 4 | 2 | 8 | 4 | 8 | 12 |
| Дифференциальное исчисление функции многих переменных | 16 | 18 | 4 | 3 | 4 | 3 | 8 | 6 | 8 | 12 |
| Интегрирование функции нескольких переменных | 50 | 48 | 12 | 6 | 12 | 6 | 24 | 12 | 26 | 36 |
| Числовые и функциональные ряды | 40 | 50 | 10 | 10 | 10 | 10 | 20 | 20 | 20 | 30 |
| Обыкновенные дифференциальные уравнения | 48 | 56 | 12 | 10 | 12 | 10 | 24 | 20 | 24 | 36 |
| Функции комплексного переменного | 16 | 20 | 4 | 4 | 4 | 4 | 8 | 8 | 8 | 12 |
| Уравнения математической физики | 32 | 32 | 8 | 4 | 8 | 4 | 16 | 8 | 16 | 24 |
| Элементы теории вероятностей и математической статистики | 32 | 40 | 8 | 8 | 8 | 8 | 16 | 16 | 16 | 24 |
| Численные методы | 64 | 58 | 16 | 5 | 16 | 5 | 32 | 10 | 32 | 48 |
| Основы дискретной математики | 32 | 32 | 8 | 4 | 8 | 4 | 16 | 8 | 16 | 24 |
| Методы оптимизации | 56 | 54 | 14 | 6 | 14 | 6 | 28 | 12 | 28 | 42 |
| Аттестация | 144 | 144 | | | | | | | | |
| КСР | 8 | 8 | | | | | 8 | 8 | | |
| Итого | 864 | 864 | 176 | 110 | 184 | 110 | 368 | 228 | 352 | 492 |

Содержание разделов и тем дисциплины

1 семестр

1. Теория множеств.
2. Понятие функции.
3. Элементарные функции.
4. Введение в теорию пределов. Предел последовательности.
5. Предел функции.
6. Бесконечно малые и бесконечно большие. Таблица соответствия. Замечательные пределы.
7. Непрерывные функции.
8. Свойства непрерывных функций.
9. Производная функции в точке.
10. Производная обратной, неявной, сложной функции. Производные высших порядков.
11. Дифференциал. Инвариантность формы первого дифференциала.
12. Дифференциалы высших порядков. Формула Лейбница.
13. Основные свойства дифференцируемых функций.
14. Правило Лопиталя.
15. Точки экстремума функции. Теорема Ферма. Теоремы Ролля, Лагранжа Коши, их применение.
16. Условия монотонности функции. Экстремумы функции, необходимое условие.
17. Исследование выпуклости функции, точки перегиба. Асимптоты функций. Общая схема исследования функции и построения её графика.
18. Комплексные числа и действия с ними. Алгебраическая и тригонометрическая форма комплексного числа. Формула Эйлера.
19. Неопределённый интеграл. Методы интегрирования.
20. Многочлены. Теорема Безу. Основная теорема алгебры. Разложение многочлена с действительными коэффициентами на линейные и квадратичные множители. Разложение рациональных дробей на простейшие. Интегрирование рациональных дробей.
21. Интегрирование некоторых иррациональных и тригонометрических функций.

22. Определённый интеграл. Формула Ньютона-Лейбница.
23. Приложения определённого интеграла.
24. Матрицы. Определение. Операции над матрицами.
25. Определители. Миноры. Алгебраическое дополнение.
26. Обратная матрица.
27. Системы линейных алгебраических уравнение. Правило Крамера.
28. Решение систем линейных алгебраических уравнений методом Гаусса.
29. Теорема Кронекера-Капелли. Структура общего решения неоднородного уравнения. Фундаментальная система решений.
30. Квадратичные формы. Знакоопределённость форм. Критерий Сильвестра.
31. Матрица квадратичной формы. Приведение квадратичной формы к каноническому виду. Формулировка закона инерции.
32. Евклидовы пространства. Неравенство Коши-Буняковского. Матрица Грама скалярного произведения, её свойства.
33. Ортогональный и ортонормированный базис. Процесс ортогонализации. Ортогональное дополнение подпространства в Евклидовом пространстве.
34. Самосопряжённые операторы. Построение ортонормированного базиса из собственных векторов самосопряжённого оператора.
35. Ортогональные операторы, их свойства. Ортогональные матрицы. Понятия о тензорах.
36. Векторное исчисление
37. Аналитическая геометрия на плоскости. Кривые второго порядка.
38. Аналитическая геометрия в пространстве. Прямая и плоскость.
39. Поверхности второго порядка.
40. Матрицы. Определение. Операции над матрицами.
41. Определители. Миноры. Алгебраическое дополнение.
42. Обратная матрица.
43. Системы линейных алгебраических уравнение. Правило Крамера.
44. Решение систем линейных алгебраических уравнений методом Гаусса.
45. Теорема Кронекера-Капелли. Структура общего решения неоднородного уравнения. Фундаментальная система решений.
46. Квадратичные формы. Знакоопределённость форм. Критерий Сильвестра.
47. Матрица квадратичной формы. Приведение квадратичной формы к каноническому виду. Формулировка закона инерции.
48. Евклидовы пространства. Неравенство Коши-Буняковского. Матрица Грама скалярного произведения, её свойства.
49. Ортогональный и ортонормированный базис. Процесс ортогонализации. Ортогональное дополнение подпространства в Евклидовом пространстве.
50. Самосопряжённые операторы. Построение ортонормированного базиса из собственных векторов самосопряжённого оператора.
51. Ортогональные операторы, их свойства. Ортогональные матрицы. Понятия о тензорах.
52. Несобственные интегралы с бесконечными пределами.
53. Несобственные интегралы от неограниченных функций. Признаки сходимости несобственных интегралов.

2 семестр

1. Функции двух переменных
2. Частные производные и дифференцируемость функций двух переменных.
3. Двойной интеграл. Формула Стокса. Ротор векторного поля, его физический смысл.
4. Двойной интеграл. Формула Стокса. Ротор векторного поля, его физический смысл.

5. Тройные и n-кратные интегралы. Формула Гаусса-Остроградского. Дивергенция векторного поля, её физический смысл.
6. Криволинейный интеграл I рода
7. Криволинейный интеграл II рода
8. Поверхностный интеграл II рода. Скалярное и векторное поле. Циркуляция векторного поля вдоль кривой. Поток поля через поверхность
9. Числовые ряды. Основные понятия. Необходимый признак сходимости рядов.
10. Признаки сходимости рядов. Признак Даламбера. Интегральный признак Коши.
11. Степенные ряды. Радиус сходимости.
12. Формула и ряд Тейлора.
13. Ряды Фурье.
14. Обыкновенные дифференциальные уравнения. Задача Коши.
15. Решение линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами.
16. Решение систем линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами.
17. Линейные неоднородные системы дифференциальных уравнений. Метод вариации произвольных постоянных.
18. Решение дифференциальных уравнений с помощью преобразования Лапласа. Операционный метод.
19. Решение систем дифференциальных уравнений с помощью преобразования Лапласа. Операционный метод.
20. Вариационное исчисление. Вариация функционала. Экстремум функционала. Уравнение Эйлера и экстремаль.

3 семестр

1. Функции комплексного переменного. Производная функции комплексного переменного. Условие Коши-Римана. Аналитические функции.
2. Уравнения математической физики. Волновое уравнение. Уравнение теплопроводности. Уравнение Лапласа
3. Интеграл Даламбера.
4. Метод Фурье решения начально-краевых задач.
5. Формула Пуассона для шара и круга.
6. Основные элементы теории вероятностей
7. Случайные величины.
8. Элементы математической статистики. Проверка статистических гипотез
9. Функциональная, статистическая, корреляционная зависимости.
10. Постановка задачи интерполирования
11. Программная реализация задач интерполирования.
12. Численное интегрирование
13. Программная реализация квадратурных формул
14. Метод Рунге-Кутты
15. Программная реализация метода Рунге-Кутты. Метод Рунге-Кутты с автоматическим выбором шага.
16. Численные методы решения систем линейных алгебраических уравнений.
17. Алгоритм метода Гаусса для вырожденных матриц.

4 семестр

1. Бинарные отношения
2. Дискретная математика. Логика высказываний.
3. Совершенная конъюнктивная нормальная форма. Совершенная дизъюнктивная нормальная форма. Полином Жегалкина, методы построения.

4. Теория графов.
5. Формальная постановка задачи оптимизации при многих критериях. Паретто-оптимальные решения.
6. Оптимизационные задачи, их классификация.
7. Линейное программирование. Графический метод. Симплекс-метод.
8. Теоретическое обоснование симплекс-метода.
9. Двойственная задача линейного программирования.
10. Элементы выпуклого программирования.

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.

1. Солдатов М.А., Круглова С.С., Круглов Е.В. Несобственные интегралы и ряды. Часть 2. Числовые и функциональные ряды. : учебное пособие. Нижний Новгород, 2014 - 44 с.: http://www.unn.ru/books/met_files/Series.pdf
2. Берман Г. Н. Сборник задач по курсу математического анализа : учебное пособие для вузов / Берман Г. Н. - 12-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2024. - 492 с. - Книга из коллекции Лань - Математика. - ISBN 978-5-507-47523-0.: <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=893656&idb=0>

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 - Задачи) для оценки сформированности компетенции ОПК-3:

1. Вычислить предел $\lim_{x \rightarrow -5} \frac{x^2 - 25}{x^2 + 6x + 5}$.
2. Найти наибольшее и наименьшее значение функции на заданном отрезке $y = \ln(x^2 - 2x + 2), [0; 3]$.
3. Даны комплексные числа z_1, z_2 . Представить их в тригонометрической и показательной формах. Найти $z_1 \cdot z_2, \frac{z_1}{z_2}$. $z_1 = 1 + i, z_2 = 1 + \sqrt{3}i$.
4. Вычислить неопределенный интеграл $\int x \cos 2x dx$.
5. Найти площадь S_D области с границами $\partial D : y = x^2 + 1, x = 3, x = 0, y = 0$.
6. Найти общее решение дифференциального уравнения $x\sqrt{5 + y^2} dx + y\sqrt{1 + x^2} dy = 0$.
7. На векторах $\vec{a} = \vec{i} + \vec{j} - \vec{k}, \vec{b} = 2\vec{i} + \vec{k}, \vec{c} = \vec{j} - 2\vec{k}$ построен параллелепипед. Найти его объем.

Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

| Оценка | Критерии оценивания |
|---------------------|--|
| превосходно | Работа выполнена полностью. Нет ошибок в логических рассуждениях. Студент показал полный объем знаний, умений в освоении пройденных тем и применение их на практике. |
| 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» |
| очень хорошо | Работа выполнена полностью, но обоснования шагов решения недостаточны. |
| хорошо | Работа выполнена полностью, но обоснования шагов решения недостаточны. Допущена одна ошибка или два-три недочета. |
| удовлетворительно | Допущены более одной ошибки или более двух-трех недочетов. |
| неудовлетворительно | Работа выполнена не полностью. Допущены грубые ошибки. |
| плохо | Не выполнено ни одного задания или работа не сдана. |

| Оценка | Критерии оценивания |
|--------|---------------------|
| | |

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Собеседование) для оценки сформированности компетенции ОПК-3:

1 семестр

1. Множества. Операции с множествами. Декартово произведение множеств. Отображения множеств. Мощность множества. Множество вещественных чисел.
2. Функция. Область её определения. Сложные и обратные функции. График функции.
3. Основные элементарные функции, их свойства и графики.
4. Числовые последовательности. Предел числовой последовательности.
5. Критерий Коши. Существование предела монотонной ограниченной последовательности.
6. Предел функции в точке и на бесконечности. Бесконечно малые и бесконечно большие функции. Свойства предела функции.
7. Пределы монотонных функций. Замечательные пределы.
8. Предел функции в точке и на бесконечности. Бесконечно малые и бесконечно большие функции. Свойства предела функции. Односторонние пределы. Пределы монотонных функций. Замечательные пределы.
9. Непрерывность функции в точке. Локальные свойства непрерывных функций. Непрерывность сложной и обратной функций. Непрерывность элементарных функций. Односторонняя непрерывность. Точки разрыва, их классификация.
10. Свойства функций, непрерывных на отрезке: ограниченность, существование наибольшего и наименьшего значений, промежуточные значения. Теорема об обратной функции.
11. Дифференциал функции, его геометрический смысл.
12. Понятие функции, дифференцируемой в точке. Общее представление о методах линеаризации.
13. Производная функции, ее геометрический и физический смыслы. Правила нахождения производной и дифференциала.
14. Производная сложной и обратной функций. Инвариантность формы дифференциала. Дифференцирование функций, заданных параметрически.
15. Точки экстремума функции.
16. Теоремы Ролля, Лагранжа, Коши, их применение.
17. Правило Лопиталя.
18. Производные и дифференциалы высших порядков.
19. Разложение основных элементарных функций по формуле Тейлора.
20. Применение формулы Тейлора для приближенных вычислений.
21. Условия монотонности функции.
22. Экстремумы функции, необходимое условие. Отыскание наибольшего и наименьшего значений функции, дифференцируемой на отрезке.
23. Исследование выпуклости функции. Точки перегиба. Асимптоты функций.
24. Вектор-функция скалярного аргумента. Понятие кривой, гладкая кривая.
25. Касательная к кривой. Кривизна кривой. Радиус кривизны. Главная нормаль. Бинормаль. Крочение кривой.
26. Первообразная. Неопределённый интеграл и его свойства.
27. Метод замены переменной и интегрирование по частям неопределённого
28. интеграла.
29. Основная теорема алгебры.
30. Определённый интеграл, его свойства. Формула Ньютона-Лейбница, ее применение для вычисления определённых интегралов. Геометрические и механические приложения определённого интеграла.
31. Несобственные интегралы с бесконечными пределами и от неограниченных функций, их основные свойства. Признаки сходимости несобственных интегралов.

32. Векторы. Линейные операции над векторами. Проекция вектора на ось. Скалярное произведение векторов, его основные свойства, координатное выражение. Векторное и смешанное произведение векторов, их основные свойства и геометрический смысл.
33. Определители второго и третьего порядка. Координатное выражение векторного и смешанного произведения.
34. Прямая на плоскости. Различные формы уравнений прямой на плоскости.
35. Угол между прямыми. Расстояние от точки до прямой.
36. Прямая и плоскость в пространстве. Уравнение плоскости и прямой в пространстве. Угол между плоскостями. Угол между прямыми. Угол между прямой и плоскостью.
37. Решение системы n линейных алгебраических уравнений методом Гаусса.
38. Определители n -го порядка и их свойства. Разложение определителя по строке (столбцу).
39. Решение систем n линейных алгебраических уравнений с n неизвестными по правилу Крамера.
40. Матрицы и действия с ними. Обратная матрица. Решение матричных уравнений с помощью обратной матрицы.
41. Линейные пространства. Линейная зависимость и независимость системы векторов. Размерность и базис линейного пространства. Координаты вектора. Преобразование координат при переходе к новому базису.
42. Линейные операторы и действия с ними. Матрица линейного оператора.
43. Связь между матрицами линейного оператора в различных базисах.
44. Ранг матрицы. Теорема о ранге. Вычисление ранга матрицы. Совместность систем линейных алгебраических уравнений Однородная и неоднородная системы. Теорема Кронекера-Капелли. Фундаментальная система решений.
45. Собственные значения и собственные векторы линейного оператора.
46. Характеристический многочлен.
47. Билинейные и квадратичные формы. Матрица квадратичной формы.
48. Приведение квадратичной формы к каноническому виду.
49. Критерий Сильвестра положительной определённости квадратичной формы. Евклидовы пространства. Неравенство Коши-Буняковского.
50. Матрица Грама скалярного произведения, её свойства. Ортогональный и ортонормированный базис. Процесс ортогонализации. Ортогональное дополнение подпространства в евклидовом пространстве.

2 семестр

1. Пространство R^n . Множества в R^n : открытые, замкнутые, ограниченные, линейно связные, выпуклые. Компактность.
2. Функции нескольких переменных. Предел и непрерывность функции.
3. Функции, непрерывные на компактах. Промежуточные значения непрерывных функций на линейно связных множествах.
4. Частные производные. Дифференциал, его связь с частными производными. Инвариантность формы дифференциала. Геометрический смысл частных производных и дифференциала.
5. Производная по направлению. Градиент.
6. Частные производные и дифференциалы высших порядков. Формула Тейлора.
7. Неявные функции. Теоремы существования. Дифференцирование неявных функций.
8. Теорема об обратном отображении.
9. Экстремумы функций нескольких переменных. Необходимое условие экстремума. Достаточное условие экстремума. Условный экстремум.
10. Метод множителей Лагранжа.
11. Числовые и функциональные ряды
12. Понятие числового ряда. Сходящиеся и расходящиеся ряды. Принцип сходимости Коши.
13. Необходимый признак сходимости ряда. Признаки сходимости знакоположительных рядов.
14. Признак Даламбера, признак Коши. Предельный признак Даламбера, предельный признак Коши. Знакопеременные и знакочередующиеся ряды.
15. Понятие функционального ряда. Область сходимости функционального ряда. Абсолютная сходимость.
16. Степенные ряды. Радиус сходимости степенного ряда. Формулы для радиусов сходимости степенного ряда – следствие признаков Коши и Даламбера.

17. Равномерная сходимость. Свойства степенных рядов. Теорема о почленном дифференцировании и интегрировании степенных рядов.
18. Формула и ряд Тейлора. Разложение основных функций по формуле Тейлора.
19. Задачи, приводящие к дифференциальным уравнениям. Дифференциальные уравнения первого порядка. Изоклины. Задача Коши. Теорема существования и единственности решения задачи Коши.
20. Основные классы уравнений, интегрируемых в квадратурах.
21. Дифференциальные уравнения первого порядка. Изоклины. Задача Коши.
22. Теорема существования и единственности решения задачи Коши.
23. Дифференциальные уравнения высших порядков. Задача Коши. Понятие о краевых задачах для дифференциальных уравнений. Уравнения, допускающие понижение порядка.
24. Линейные дифференциальные уравнения: однородные и неоднородные. Общее решение. Фундаментальная система решений. Метод Лагранжа вариации постоянных.
25. Линейные дифференциальные уравнения с постоянными коэффициентами.
26. Уравнения с правой частью специального вида. Операционный метод.
27. Нормальная система дифференциальных уравнений. Векторная запись нормальной системы. Задача Коши для нормальной системы дифференциальных уравнений
28. Системы линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами
29. Дифференциальные уравнения высших порядков. Задача Коши. Понятие о краевых задачах для дифференциальных уравнений. Уравнения, допускающие понижение порядка. Линейные дифференциальные уравнения: однородные и неоднородные. Общее решение. Фундаментальная система решений. Метод Лагранжа вариации постоянных
30. Уравнения с правой частью специального вида. Операционный метод.
31. Нормальная система дифференциальных уравнений. Векторная запись нормальной системы. Задача Коши для нормальной системы дифференциальных уравнений. Теорема существования и единственности решения задачи Коши. Системы линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами
32. Задачи вариационного исчисления. Сильный и слабый минимумы в задачах вариационного исчисления.
33. Простейшая задача вариационного исчисления. Уравнение Эйлера. Задача о брахистохроне.
34. Изопараметрическая задача вариационного исчисления. Цепная линия.
35. Достаточное условие экстремума. Достаточное условие Вейерштрасса.
36. Сопряженные точки. Условие Якоби. Необходимые условия слабого минимума, использующие условие Якоби.
37. Достаточные условия слабого минимума, использующие условие Якоби.
38. Достаточные условия сильного минимума, использующие условие Якоби. Примеры.

3 семестр

1. Функции комплексных переменных. Элементарные функции, их свойства. Ветви многозначных функций. Дифференцируемость и аналитичность.
2. Условия Коши-Римана.
3. Гармонические и аналитические функции. Геометрический смысл модуля и аргумента производной аналитической функции
4. Конформные отображения. Теорема Римана. Конформные отображения элементарными функциями: линейной, дробно-линейной, функцией Жуковского. Принцип соответствия границ. Принцип симметрии.
5. Двойной и тройной интегралы, их свойства. Сведение кратного интеграла к повторному. Замена переменных в кратных интегралах.
6. Криволинейные интегралы. Их свойства и вычисление.
7. Понятие поверхности. Касательная плоскость и нормаль к поверхности.
8. Площадь поверхности.
9. Поверхностные интегралы Их свойства и вычисление.
10. Геометрические и механические приложения кратных, криволинейных и поверхностных интегралов.
11. Скалярное и векторное поле. Циркуляция векторного поля вдоль кривой.
12. Скалярное и векторное поле. Поток поля через поверхность.
13. Формула Гаусса-Остроградского.
14. Дивергенция векторного поля, её физический смысл.

15. Формула Стокса. Ротор векторного поля, его физический смысл.
16. Потенциальное поле, его свойства. Условие потенциальности.
17. Потенциальное поле, его свойства. Нахождение потенциала.
18. Соленоидальное поле, его свойства.
19. Условие соленоидальности. Векторный потенциал.
20. Физические задачи, приводящие к дифференциальным уравнениям в частных производных. Колебательные процессы, теплопроводность и диффузия, стационарные процессы. Электромагнитное поле, уравнения Максвелла.
21. Классификация линейных уравнений в частных производных второго порядка и приведение их к каноническому виду. Характеристическое уравнение. Постановка основных задач: задача Коши, краевые задачи, смешанные задачи, корректность постановки задач. Уравнение Лапласа.
22. Интеграл Даламбера. Метод Фурье решения смешанных задач для волнового уравнения и уравнения теплопроводности. Метод Фурье решения задач для уравнения Пуассона
23. Пространство элементарных событий. Алгебра событий. Понятие случайного события.
24. Элементарная теория вероятностей. Методы вычисления вероятностей.
25. Условная вероятность. Формула полной вероятности. Формула Байеса. Схема Бернулли.
26. Теоремы Пуассона и Муавра-Лапласа.
27. Дискретные случайные величины. Функция распределения и ее свойства.
28. Математическое ожидание и дисперсия дискретной случайной величины.
29. Непрерывные случайные величины.
30. Функция распределения, плотность вероятности случайной величины, их взаимосвязь и свойства.
31. Математическое ожидание и дисперсия непрерывной случайной величины.
32. Нормальное распределение и его свойства.
33. Закон больших чисел. Теоремы Бернулли и Чебышева.
34. Центральная предельная теорема Ляпунова.
35. Случайные векторы. Функция распределения. Условные распределения случайных величин.
36. Условные математические ожидания. Коэффициенты корреляции.
37. Функции случайных величин и случайных векторов, их законы распределения.
38. Характеристические функции и их свойства.
39. Цепи Маркова. Переходные вероятности.
40. Предельная теорема. Стационарное распределение.
41. Понятие случайного процесса. Процессы с независимыми приращениями.
42. Пуассоновский процесс. Стационарные процессы.
43. Генеральная совокупность и выборка. Вариационный ряд. Гистограмма,
44. эмпирическая функция распределения, выборочная средняя и дисперсия.
45. Статистические оценки: несмещённые, эффективные, состоятельные. Погрешность оценки. Доверительная вероятность и доверительный интервал. Определение необходимого объёма выборки. Принцип максимального правдоподобия.
46. Функциональная зависимость и регрессия. Кривые регрессии, их свойства.
47. Коэффициент корреляции, корреляционное отношение, их свойства и оценки.
48. Статистические методы обработки экспериментальных данных. Определение параметров нелинейных уравнений регрессии методом наименьших квадратов непосредственно и с помощью линеаризующих замен переменных.
49. Понятие о критериях согласия. Проверка гипотез о равенстве долей и средних. Проверка гипотезы о значении параметров нормального распределения.
50. Проверка гипотезы о виде распределения.

4 семестр

1. Бинарные отношения и их свойства. Отношения эквивалентности и частичного порядка.
2. Отношения Парето.
3. Булевы функции. Элементарные булевы функции.
4. Совершенные нормальные формы.
5. Основные понятия теории графов. Матричное представление графов.
6. Числовые характеристики графов. Обходы графов.

7. Эйлеровы и гамильтоновы циклы в графах.
8. Оптимизационные задачи на графах. Алгоритмы их решения.
9. Сетевое планирование. Критический путь и критическое время сетевого графа. Оценки сложности алгоритмов.
10. Выпуклые задачи оптимизации. Теорема Куна-Таккера.
11. Задача линейного программирования. Различные формы записи.
12. Геометрическая интерпретация. Двойственность.
13. Задачи классического вариационного исчисления.
14. Вариация функционала и её свойства. Уравнения Эйлера.
15. Достаточные условия экстремума.
16. Принцип максимума Понтрягина для задач оптимального управления.
17. Вычислительный эксперимент. Численные методы алгебры: решение систем алгебраических уравнений.
18. Вычислительный эксперимент. Численные методы алгебры: задача на собственные вектора и собственные значения.
19. Решение нелинейных уравнений методом простых итераций. Сходимость, оценка погрешности.
20. Решение нелинейных уравнений методом Ньютона. Сходимость, оценка погрешности.
21. Численные методы в теории приближений: интерполяционные многочлены Лагранжа и Ньютона. Оценка погрешности.
22. Численные методы в теории приближений: численное дифференцирование и интегрирование. Оценка погрешности.

Критерии оценивания (оценочное средство - Собеседование)

| Оценка | Критерии оценивания |
|------------|---|
| зачтено | Уровень и полнота освоения учебного материала позволяет обучающемуся давать верные ответы на 80-100% заданий. |
| не зачтено | Количество правильно данных ответов меньше 80% (от 0 до 79%). |

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

Шкала оценивания сформированности компетенций

| Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций) | плохо | неудовлетворительно | удовлетворительно | хорошо | очень хорошо | отлично | превосходно |
|--|--|---|--|---|---|---|--|
| | не зачтено | | | зачтено | | | |
| <u>Знания</u> | Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний | Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки | Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки | Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки. |

| | | | | | | | |
|---------------|--|--|--|---|--|--|--|
| | вследствие отказа обучающегося от ответа | | негрубых ошибок | . Допущено несколько негрубых ошибок | . Допущено несколько несущественных ошибок | и. Ошибок нет. | |
| <u>Умения</u> | Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа | 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. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами | Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельным и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме | Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов |
| <u>Навыки</u> | Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа | При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки | Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторым и недочетами | Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторым и недочетами | Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов | Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов | Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач |

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

| Оценка | | Уровень подготовки |
|------------|----------------------------|--|
| зачтено | превосходно | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой |
| | отлично | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично». |
| | очень хорошо | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо» |
| | хорошо | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «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». |
| | плохо | Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо» |

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 - Задачи) для оценки сформированности компетенции ОПК-3

1 семестр

Задача 1

Найти производную функции $y = f(x)$

$$y = e^{3x^2+2}$$

*Задача 2**

Вычислить

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \left(\frac{1}{n} + \frac{1}{n+1} + \frac{1}{n+2} + \dots + \frac{1}{an} \right)$$

(a – целое число). Подсчитать приближенно

$$\frac{1}{100} + \frac{1}{101} + \frac{1}{102} + \dots + \frac{1}{300}.$$

*Задача 3**

Вычислить

$$\int \frac{x^2-1}{x^2+1} \cdot \frac{dx}{\sqrt{1+x^4}}$$

2 семестр

Задача 1

Найти область сходимости функционального ряда

$$\sum_{k=1}^{\infty} (4x^2 + 4x + 1)^k.$$

*Задача 2**

Найти линию, все касательные к которой проходят через данную точку (x_0, y_0)

3 семестр

Задача 1

Для подготовки к экзамену студенту нужна определенная книга, которая может находиться в каждой из 4-х доступных студенту библиотек с вероятностью 0,36. Составить закон распределения дискретной случайной величины X - числа посещённых библиотек. Обход прекращается после получения нужной книги или посещения всех четырех библиотек. Найти математическое ожидание и дисперсию этой случайной величины.

4 семестр

Задача 1.

При каких значениях параметра a функция

$$f(x, y) = (a - 2)(a - 3)e^x + |y + 10|/(y^2 + 1)$$

достигает глобального минимума на множестве $X =$

$$\{(x, y) | (a - 4)x^2 + y^2 \leq 1\}$$

Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

| Оценка | Критерии оценивания |
|---------------------|---|
| превосходно | Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки |
| отлично | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок |
| очень хорошо | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок |
| хорошо | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок |
| удовлетворительно | Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибки |
| неудовлетворительно | Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. |
| плохо | Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа |

5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ОПК-3

1 семестр

1. Множества. Операции с множествами. Декартово произведение множеств. Отображения множеств. Мощность множества. Множество вещественных чисел.
2. Функция. Область её определения. Сложные и обратные функции.
3. Основные элементарные функции, их свойства и графики.
4. Числовые последовательности. Предел числовой последовательности. Критерий Коши. Существование предела монотонной ограниченной последовательности.
5. Предел функции в точке и на бесконечности. Бесконечно малые и бесконечно большие функции. Свойства предела функции. Пределы монотонных функций. Замечательные пределы.
6. Непрерывность функции в точке. Локальные свойства непрерывных функций. Непрерывность сложной и обратной функций.
7. Непрерывность элементарных функций. Односторонняя непрерывность. Точки разрыва, их классификация.
8. Свойства функций, непрерывных на отрезке: ограниченность, существование наибольшего и наименьшего значений, промежуточные значения. Теорема об обратной функции.
9. Понятие функции, дифференцируемой в точке. Общее представление о методах линеаризации.
10. Теоремы Ролля, Лагранжа, Коши, их применение.
11. Определённый интеграл, его свойства. Формула Ньютона-Лейбница, её применение для вычисления определённых интегралов. Геометрические и механические приложения определённого интеграла.
12. Производная функции, её геометрический и физический смыслы. Правила нахождения производной и дифференциала.
13. Дифференциал функции, его геометрический смысл.
14. Производная сложной и обратной функций. Инвариантность формы дифференциала. Дифференцирование функций, заданных параметрически.
15. Правило Лопиталя.
16. Производные и дифференциалы высших порядков.
17. Точки экстремума функции.
18. Экстремумы функции, необходимое условие. Отыскание наибольшего и наименьшего значений функции, дифференцируемой на отрезке.
19. Условия монотонности функции.
20. Исследование выпуклости функции. Точки перегиба. Асимптоты функций.
21. Вектор-функция скалярного аргумента. Понятие кривой, гладкая кривая. Касательная к кривой. Кривизна кривой. Радиус кривизны. Главная нормаль. Бинормаль. Кручение кривой.
22. Первообразная. Неопределённый интеграл и его свойства.
23. Метод замены переменной и интегрирование по частям неопределённого интеграла.
24. Основная теорема алгебры.
25. Определённый интеграл, его свойства. Формула Ньютона-Лейбница, её применение для вычисления определённых интегралов.
26. Геометрические и механические приложения определённого интеграла.
27. Несобственные интегралы с бесконечными пределами и от неограниченных функций, их основные свойства. Признаки сходимости несобственных интегралов.
28. Векторы. Линейные операции над векторами. Проекция вектора на ось. Скалярное произведение векторов, его основные свойства, координатное выражение. Векторное и смешанное произведение векторов, их основные свойства и геометрический смысл.
29. Собственные значения и собственные векторы линейного оператора. Характеристический многочлен.
30. Билинейные и квадратичные формы. Матрица квадратичной формы. Приведение квадратичной формы к каноническому виду.

31. Определители второго и третьего порядка. Координатное выражение векторного и смешанного произведения.
32. Определители n -го порядка и их свойства. Разложение определителя по строке (столбцу).
33. Прямая на плоскости. Различные формы уравнений прямой на плоскости. Угол между прямыми. Расстояние от точки до прямой.
34. Прямая и плоскость в пространстве. Уравнение плоскости и прямой в пространстве. Угол между плоскостями. Угол между прямыми. Угол между прямой и плоскостью.
35. Решение системы n линейных алгебраических уравнений методом Гаусса.
36. Решение систем n линейных алгебраических уравнений с n неизвестными по правилу Крамера.
37. Матрицы и действия с ними. Обратная матрица. Решение матричных уравнений с помощью обратной матрицы.
38. Линейные пространства. Линейная зависимость и независимость системы векторов. Размерность и базис линейного пространства. Координаты вектора. Преобразование координат при переходе к новому базису.
39. Линейные операторы и действия с ними. Матрица линейного оператора. Связь между матрицами линейного оператора в различных базисах.
40. Ранг матрицы. Теорема о ранге. Вычисление ранга матрицы. Совместность систем линейных алгебраических уравнений Однородная и неоднородная системы. Теорема Кронекера-Капелли. Фундаментальная система решений.
41. Критерий Сильвестра положительной определённости квадратичной формы. Евклидовы пространства. Неравенство Коши-Буняковского.
42. Матрица Грама скалярного произведения, ее свойства. Ортогональный и ортонормированный базис. Процесс ортогонализации. Ортогональное дополнение подпространства в евклидовом пространстве.

2 семестр

1. Задачи, приводящие к дифференциальным уравнениям. Дифференциальные уравнения первого порядка. Изоклины. Задача Коши. Теорема существования и единственности решения задачи Коши. Основные классы уравнений, интегрируемых в квадратурах.
2. Дифференциальные уравнения высших порядков. Задача Коши. Понятие о краевых задачах для дифференциальных уравнений. Уравнения, допускающие понижение порядка.
3. Линейные дифференциальные уравнения: однородные и неоднородные. Общее решение. Фундаментальная система решений. Метод Лагранжа вариации постоянных.
4. Уравнения с правой частью специального вида. Операционный метод.
5. Нормальная система дифференциальных уравнений. Векторная запись нормальной системы. Задача Коши для нормальной системы дифференциальных уравнений. Системы линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами Проверка гипотезы о виде распределения
6. Пространство R^n . Множества в R^n : открытые, замкнутые, ограниченные, линейно связанные, выпуклые. Компактность.
7. Функции нескольких переменных. Предел и непрерывность функции Потенциальное поле, его свойства. Условие потенциальности.
8. Частные производные. Дифференциал, его связь с частными производными. Инвариантность формы дифференциала. Геометрический смысл частных производных и дифференциала.
9. Экстремумы функций нескольких переменных. Необходимое условие экстремума. Достаточное условие экстремума. Условный экстремум.
10. Метод множителей Лагранжа.
11. Понятие числового ряда. Сходящиеся и расходящиеся ряды. Принцип сходимости Коши.
12. Формула и ряд Тейлора. Разложение основных функций по формуле Тейлора.
13. Необходимый признак сходимости ряда. Признаки сходимости знакоположительных рядов.

14. Признак Даламбера, признак Коши. Предельный признак Даламбера, предельный признак Коши. Знакопеременные и знакопеременные ряды.
15. Понятие функционального ряда. Область сходимости функционального ряда. Абсолютная сходимость.
16. Степенные ряды. Радиус сходимости степенного ряда. Формулы для радиусов сходимости степенного ряда – следствие признаков Коши и Даламбера.
17. Равномерная сходимость. Свойства степенных рядов. Теорема о почленном дифференцировании и интегрировании степенных рядов.
18. Производная по направлению. Градиент.
19. Неявные функции. Теоремы существования. Дифференцирование неявных функций.
20. Теорема об обратном отображении.
21. Задачи вариационного исчисления. Сильный и слабый минимумы в задачах вариационного исчисления.
Простейшая задача вариационного исчисления. Уравнение Эйлера. Задача о брахистохроне.. Нормальное распределение и его свойства.
22. Изопараметрическая задача вариационного исчисления. Цепная линия.
23. Задачи вариационного исчисления. Сильный и слабый минимумы в задачах вариационного исчисления.
24. Достаточные условия слабого минимума, использующие условие Якоби.
25. Понятие о критериях согласия. Проверка гипотез о равенстве долей и средних. Проверка гипотезы о значении параметров нормального распределения.
26. Достаточное условие экстремума. Достаточное условие Вейерштрасса.

3 семестр

1. Функции комплексных переменных. Элементарные функции, их свойства. Ветви многозначных функций. Дифференцируемость и аналитичность.
2. Условия Коши-Римана.
3. Гармонические и аналитические функции. Геометрический смысл модуля и аргумента производной аналитической функции.
4. Конформные отображения. Теорема Римана. Конформные отображения элементарными функциями: линейной, дробно-линейной, функцией Жуковского. Принцип соответствия границ. Принцип симметрии.
5. Пространство элементарных событий. Алгебра событий. Понятие случайного события. Вероятность.
6. Элементарная теория вероятностей. Методы вычисления вероятностей.
7. Условная вероятность. Формула полной вероятности. Формула Байеса.
8. Схема Бернулли.
9. Теоремы Пуассона и Муавра-Лапласа.
10. Закон больших чисел. Теоремы Бернулли и Чебышева.
11. Дискретные случайные величины. Функция распределения и ее свойства.
12. Математическое ожидание и дисперсия дискретной случайной величины. Непрерывные случайные величины.
13. Нормальное распределение и его свойства.
14. Центральная предельная теорема Ляпунова.
15. Случайные векторы. Функция распределения. Условные распределения случайных величин.
16. Характеристические функции и их свойства.
17. Условные математические ожидания. Коэффициенты корреляции. Функции случайных величин и случайных векторов, их законы распределения.
18. Понятие случайного процесса. Процессы с независимыми приращениями. Пуассоновский процесс. Стационарные процессы.

- 19.Предельная теорема. Стационарное распределение.
- 20.Генеральная совокупность и выборка. Вариационный ряд. Гистограмма, эмпирическая функция распределения, выборочная средняя и дисперсия.
- 21.Статистические оценки: несмещённые, эффективные, состоятельные. Погрешность оценки. Доверительная вероятность и доверительный интервал. Определение необходимого объёма выборки. Принцип максимального правдоподобия.
- 22.Функциональная зависимость и регрессия. Кривые регрессии, их свойства.
- 23.Коэффициент корреляции, корреляционное отношение, их свойства и оценки.
- 24.Двойной и тройной интегралы, их свойства. Сведение кратного интеграла к повторному. Замена переменных в кратных интегралах.
- 25.Криволинейные интегралы. Их свойства и вычисление.
- 26.Понятие поверхности. Касательная плоскость и нормаль к поверхности. Площадь поверхности.
- 27.Поверхностные интегралы Их свойства и вычисление.
- 28.Геометрические и механические приложения кратных, криволинейных и поверхностных интегралов.
- 29.Скалярное и векторное поле. Циркуляция векторного поля вдоль кривой.
- 30.Поток поля через поверхность.
- 31.Формула Гаусса-Остроградского.
- 32.Формула Стокса. Ротор векторного поля, его физический смысл.
- 33.Потенциальное поле, его свойства. Нахождение потенциала.
- 34.Соленоидальное поле, его свойства.
- 35.Условие соленоидальности. Векторный потенциал.
- 36.Интеграл Даламбера. Метод Фурье решения смешанных задач для волнового уравнения и уравнения теплопроводности. Метод Фурье решения задач для уравнения Пуассона.

4 семестр

1. Бинарные отношения и их свойства. Отношения эквивалентности и частичного порядка.
2. Отношения Парето.
3. Булевы функции. Элементарные булевы функции.
4. Совершенные нормальные формы.
5. Основные понятия теории графов. Матричное представление графов. Числовые характеристики графов. Обходы графов.
6. Эйлеровы и гамильтоновы циклы в графах.
7. Оптимизационные задачи на графах. Алгоритмы их решения.
8. Сетевое планирование. Критический путь и критическое время сетевого графа. Оценки сложности алгоритмов.
9. Выпуклые задачи оптимизации. Теорема Куна-Таккера.
- 10.Задача линейного программирования. Различные формы записи. Геометрическая интерпретация. Двойственность.
- 11.Задачи классического вариационного исчисления.
- 12.Вариация функционала и её свойства. Уравнения Эйлера.
- 13.Принцип максимума Понтрягина для задач оптимального управления.
- 14.Достаточные условия экстремума.
- 15.Вычислительный эксперимент. Численные методы алгебры: решение систем алгебраических уравнений.
- 16.Вычислительный эксперимент. Численные методы алгебры: задача на собственные вектора и собственные значения.
- 17.Решение нелинейных уравнений методом простых итераций. Сходимость, оценка погрешности.

18. Решение нелинейных уравнений методом Ньютона. Сходимость, оценка погрешности.
19. Численные методы в теории приближений: интерполяционные многочлены Лагранжа и Ньютона. Оценка погрешности.
20. Численные методы в теории приближений: численное дифференцирование и интегрирование. Оценка погрешности.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

| Оценка | Критерии оценивания |
|---------------------|---|
| превосходно | Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки |
| отлично | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок |
| очень хорошо | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок |
| хорошо | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок |
| удовлетворительно | Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибки |
| неудовлетворительно | Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. |
| плохо | Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа |

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

Основная литература:

1. Шипачев В. С. Высшая математика : учебное пособие / В. С. Шипачев. - 8-е изд. ; пер. и доп. - Москва : Юрайт, 2023. - 447 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-12319-7. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=844366&idb=0>.
2. Бугров Яков Степанович. Высшая математика в 3 т. Т. 2. Элементы линейной алгебры и аналитической геометрии : Учебник для вузов / Бугров Я. С., Никольский С. М. - 7-е изд. - Москва : Юрайт, 2020. - 281 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-03009-9 : 559.00. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=586565&idb=0>.
3. Бугров Яков Степанович. Высшая математика в 3 т. Том 3. В 2 кн. Книга 2. Ряды. Функции комплексного переменного : Учебник для вузов / Бугров Я. С., Никольский С. М. - 7-е изд. - Москва : Юрайт, 2020. - 219 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-9916-8645-7 : 449.00. - Текст :

электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=585041&idb=0>.

4. Баврин Иван Иванович. Дискретная математика. Учебник и задачник : - для вузов / Баврин И. И. - Москва : Юрайт, 2020. - 193 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-07065-1 : 509.00. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=581695&idb=0>.

5. Громницкий Владимир Семенович. Методы оптимизации. Курс лекций : учебное пособие / В. С. Громницкий ; ННГУ им. Н. И. Лобачевского, Экономический факультет. - Нижний Новгород : Изд-во ННГУ, 2010. - 104 с. - Текст : электронный., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=849888&idb=0>.

6. Емельянов Владислав Николаевич. Численные методы: введение в теорию разностных схем : учебное пособие для вузов / В. Н. Емельянов. - 2-е изд. - Москва : Юрайт, 2024. - 188 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/538894> (дата обращения: 15.08.2024). - ISBN 978-5-534-06617-3 : 719.00. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=904879&idb=0>.

7. Байков В. А. Уравнения математической физики : учебник и практикум / В. А. Байков, А. В. Жибер. - 2-е изд. ; испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2022. - 254 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/491617> (дата обращения: 14.08.2022). - ISBN 978-5-534-02925-3 : 839.00. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=821811&idb=0>.

8. Буреев В. А. Теория вероятности в примерах, решение задач : учебное пособие / Буреев В. А., Махова Н. Б. - Москва : РУТ (МИИТ), 2007. - 77 с. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции РУТ (МИИТ) - Математика., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=782297&idb=0>.

9. Гмурман Владимир Ефимович. Теория вероятностей и математическая статистика : учебник для вузов / В. Е. Гмурман. - 12-е изд. - Москва : Юрайт, 2024. - 479 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/535417> (дата обращения: 15.08.2024). - ISBN 978-5-534-00211-9 : 1589.00. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=905138&idb=0>.

10. Валишин Н. Т. Введение в вариационное исчисление : учебное пособие / Валишин Н. Т. - 2-е изд., испр. и доп. - Казань : КНИТУ-КАИ, 2016. - 96 с. - Рекомендовано к изданию Учебно-методическим управлением КНИТУ-КАИ. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции КНИТУ-КАИ - Математика. - ISBN 978-5-7579-2167-9., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=732062&idb=0>.

11. Беклемишев С. А. Введение в обыкновенные дифференциальные уравнения / Беклемишев С. А. - Москва : РТУ МИРЭА, 2023. - 123 с. - Книга из коллекции РТУ МИРЭА - Математика. - ISBN 978-5-7339-1980-5., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=893595&idb=0>.

12. Бугров Яков Степанович. Высшая математика в 3 т. Т. 1. Дифференциальное и интегральное исчисление в 2 кн. Книга 1 : учебник для вузов / Я. С. Бугров, С. М. Никольский. - 7-е изд. - Москва : Юрайт, 2024. - 253 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/538131> (дата обращения: 15.08.2024). - ISBN 978-5-534-02148-6 : 909.00. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=910049&idb=0>.

13. Бугров Яков Степанович. Высшая математика в 3 т. Т. 1. Дифференциальное и интегральное исчисление в 2 кн. Книга 2 : учебник для вузов / Я. С. Бугров, С. М. Никольский. - 7-е изд. - Москва : Юрайт, 2024. - 246 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/538132> (дата обращения: 15.08.2024). - ISBN 978-5-534-02150-9 : 889.00. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт".,

<https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=902988&idb=0>.

14. Бугров Яков Степанович. Высшая математика в 3 т. Т. 2. Элементы линейной алгебры и аналитической геометрии : учебник для вузов / Я. С. Бугров, С. М. Никольский. - 7-е изд. - Москва : Юрайт, 2024. - 281 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/535746> (дата обращения: 15.08.2024). - ISBN 978-5-534-03009-9 : 999.00. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=911586&idb=0>.

15. Бугров Яков Степанович. Высшая математика в 3 т. Том 3. В 2 кн. Книга 1. Дифференциальные уравнения. Кратные интегралы : учебник для вузов / Я. С. Бугров, С. М. Никольский. - 7-е изд. - Москва : Юрайт, 2024. - 288 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/538129> (дата обращения: 15.08.2024). - ISBN 978-5-9916-8643-3 : 1019.00. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=905367&idb=0>.

16. Бугров Яков Степанович. Высшая математика в 3 т. Том 3. В 2 кн. Книга 2. Ряды. Функции комплексного переменного : учебник для вузов / Я. С. Бугров, С. М. Никольский. - 7-е изд. - Москва : Юрайт, 2024. - 219 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/538130> (дата обращения: 15.08.2024). - ISBN 978-5-9916-8645-7 : 809.00. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=904866&idb=0>.

17. Бугров Яков Степанович. Высшая математика. Задачник : учебное пособие для вузов / Я. С. Бугров, С. М. Никольский. - Москва : Юрайт, 2024. - 192 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/536744> (дата обращения: 15.08.2024). - ISBN 978-5-9916-7568-0 : 729.00. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=902213&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Фихтенгольц Г. М. Основы математического анализа. Часть 1 : учебник для вузов / Фихтенгольц Г. М. - 16-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2024. - 448 с. - Допущено Министерством образования и науки РФ в качестве учебника для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям подготовки и специальностям в области естественных наук и математики, техники и технологий, образования и педагогики. - Книга из коллекции Лань - Математика. - ISBN 978-5-507-47695-4., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=896965&idb=0>.

2. Фихтенгольц Г. М. Основы математического анализа. Часть 2 : учебник для вузов / Фихтенгольц Г. М. - 15-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2024. - 464 с. - Допущено Министерством образования и науки РФ в качестве учебника для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям подготовки и специальностям в области естественных наук и математики, техники и технологий, образования и педагогики. - Книга из коллекции Лань - Математика. - ISBN 978-5-507-50322-3., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=899684&idb=0>.

3. Зенков Андрей Вячеславович. Численные методы : учебное пособие для вузов / А. В. Зенков. - 2-е изд. - Москва : Юрайт, 2024. - 136 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/538383> (дата обращения: 15.08.2024). - ISBN 978-5-534-16703-0 : 479.00. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=905232&idb=0>.

4. Громницкий Владимир Семенович. Исследование операций и методы оптимизации : учебно-методическое пособие / В. С. Громницкий ; ННГУ им. Н. И. Лобачевского, Институт экономики и

предпринимательства. - Нижний Новгород : Изд-во ННГУ, 2022. - 147 с. - Текст : электронный., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=824993&idb=0>.

5. Ястребова И. Ю. Числовые ряды / Ястребова И. Ю. - Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2023. - 68 с. - Рекомендовано методической комиссией Института информационных технологий, математики и механики для студентов ИНГУ, обучающихся по направлениям подготовки 03.03.02 «Физика», 09.03.02 «Информационные системы и технологии», 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника», 28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника». - Книга из коллекции ННГУ им. Н. И. Лобачевского - Математика., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=867999&idb=0>.

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

1. Додунова Л.К., Митрякова Т.М. Кривые и поверхности второго порядка. Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2013. 38 с.[Электронное учебно-методическое пособие]: http://www.unn.ru/books/met_files/surfaces.pdf

2. Додунова Л.К., Ястребова И.Ю. Табличное интегрирование. Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2015, 22 с.[Электронное учебно-методическое пособие]: http://www.unn.ru/books/met_files/metod_int.pdf

3. Додунова Л.К., Ястребова И.Ю. Интегрирование тригонометрических функций. Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2016. 25 с.[Электронное учебно- методическое пособие]: http://www.unn.ru/books/met_files/metod_int_trig.pdf

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

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

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 13.03.02 - Электроэнергетика и электротехника.

Автор(ы): Никифорова Ирина Владимировна, кандидат физико-математических наук.

Заведующий кафедрой: Белянин Игорь Владимирович, кандидат технических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 12.01.24, протокол № 5.