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 ученого совета ННГУ
протокол от
«26» июня 2019 г. № 6

Рабочая программа дисциплины

ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА

Уровень высшего образования
БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки
13.03.02. ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

Направленность (профиль) образовательной программы
ЭЛЕКТРОРАДИОТЕХНИКА

Квалификация

БАКАЛАВР

Формы обучения
ОЧНО-ЗАОЧНАЯ

Балахна
2019

Лист актуализации

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Пересмотренная рабочая программа утверждена на заседании учёного совета Балахнинского филиала ННГУ
10 июня 2020 г. Протокол № 6. Председатель учёного совета БФ ННГУ _____А.К. Балдин

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2020-2021 учебном году на заседании кафедры
Прикладной информатики, информационных технологий, радио- и электротехники БФ ННГУ

Протокол от 6 июня 2020 г. № 10
И.о. Зав. кафедрой _____Д.Н. Шуваев

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель ОМК
__ _____ 20___ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2021-2022 учебном году на заседании кафедры
_____

Протокол от __ _____ 2020 г. № __
Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель ОМК
__ _____ 20___ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2022-2023 учебном году на заседании кафедры
_____

Протокол от __ _____ 20___ г. № __
Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель ОМК
__ _____ 20___ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2023-2024 учебном году на заседании кафедры
_____

Протокол от __ _____ 20___ г. № __
Зав. кафедрой _____

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина относится к обязательной части ОПОП (Б1.О.12), ориентирована на подготовку выпускников к решению всех заявленных типов задач профессиональной деятельности и частичное формирование компетенции ОПК-2, определяемое индикаторами ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-2.4.

Формирование компетенции ОПК-2 начинается в ходе освоения этой дисциплины, будет продолжено при освоении дисциплин Физика (ОПК-2.5, 2.6), Техническая механика (ОПК-2.5) и завершено в ходе выполнения Ознакомительной практики и подготовки Выпускной квалификационной работы (бакалаврской работы).

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**	
ОПК-2. Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	ОПК-2.1. Применяет математический аппарат аналитической геометрии, линейной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления функции одной переменной. ОПК-2.2. Применяет математический аппарат теории функции нескольких переменных, теории функций комплексного переменного, теории рядов, теории дифференциальных уравнений. ОПК-2.3. Применяет математический аппарат теории вероятностей и математической статистики. ОПК-2.4. Применяет математический аппарат численных методов.	Знает основные методы аналитической геометрии, линейной алгебры, математического анализа, теории функций комплексного переменного, теории рядов, теории дифференциальных уравнений, теории вероятностей и математической статистики, численных методов для решения конкретных задач в профессиональной деятельности. 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. Владеет навыками современных видов математического мышления, использования математических методов и основ математического моделирования в практической деятельности, математическими методами в приложениях к техническим наукам.	Практические задания, теоретические вопросы, домашние задания, разноуровневые задачи и задания

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоёмкость дисциплины

	очно-заочная форма обучения
Общая трудоёмкость	28 ЗЕТ
Часов по учебному плану	1008
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа): - занятия лекционного типа - занятия семинарского типа - КСР	272 130 130 12
самостоятельная работа	583
Промежуточная аттестация – экзамены и зачёты	153

3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	**Всего (часы)**	**В том числе в очно-заочной форме**			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			**Самостоятельная работа обучающегося, часы**
		Занятия лекционного типа	**Занятия семинарского типа**	**Всего**	
Введение в математический анализ	21	4	4	8	13
Элементарные функции. Теория пределов. Бесконечно малые	70	8	8	16	54
Дифференциальное исчисление функций одной переменной	70	8	8	16	54
Интегральное исчисление функций одной переменной	70	8	8	16	54
Линейная алгебра и аналитическая геометрия	90	12	12	24	66
Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных	20	6	6	12	8
Числовые и функциональные ряды	20	6	6	12	8
Обыкновенные дифференциальные уравнения	36	12	12	24	12
Вариационное исчисление	20	6	6	12	8
Теория функций комплексного переменного	42	6	6	12	30
Теория поля	42	6	6	12	30
Уравнения математической физики	45	6	6	12	33
Теория вероятностей	42	6	6	12	30
Математическая статистика	42	6	6	12	30
Основы дискретной математики	71	10	10	20	51
Методы оптимизации	71	10	10	20	51
Численные методы	71	10	10	20	51
КСР	12			12	
Промежуточная аттестация – экзамены и зачёты	153				
Итого	1008	130	130	272	583

1. Множества. Операции с множествами. Декартово произведение множеств. Отображения множеств. Мощность множества. Множество вещественных чисел. Функция. Область её определения. Сложные и обратные функции. График функции. Основные элементарные функции, их свойства и графики. Комплексные числа и действия с ними. Изображение комплексных чисел на плоскости. Модуль и аргумент комплексного числа. Алгебраическая и тригонометрическая формы комплексного числа. Показательная форма комплексного числа. Формула Эйлера. Корни из комплексных чисел.

2.Числовые последовательности. Предел числовой последовательности. Критерий Коши. Арифметические свойства пределов. Переход к пределу в неравенствах. Существование предела монотонной ограниченной последовательности. Предел функции в точке и на бесконечности. Бесконечно малые и бесконечно большие функции. Свойства предела функции. Односторонние пределы. Пределы монотонных функций. Замечательные пределы. Предел функции в точке и на бесконечности. Бесконечно малые и бесконечно большие функции. Свойства предела функции. Односторонние пределы. Пределы монотонных функций. Замечательные пределы.

Непрерывность функции в точке. Локальные свойства непрерывных функций. Непрерывность сложной и обратной функций. Непрерывность элементарных функций. Односторонняя непрерывность. Точки разрыва, их классификация.

Сравнение функций. Символы о и О. Эквивалентные функции.

Свойства функций, непрерывных на отрезке: ограниченность, существование наибольшего и наименьшего значений, промежуточные значения. Теорема об обратной функции.

3. Понятие функции, дифференцируемой в точке. Дифференциал функции, его геометрический смысл. Общее представление о методах линеаризации.

Производная функции, ее смысл в различных задачах. Правила нахождения производной и дифференциала.

Производная сложной и обратной функций. Инвариантность формы дифференциала. Дифференцирование функций, заданных параметрически.

4. Точки экстремума функции. Теорема Ферма. Теоремы Ролля, Лагранжа, Коши, их применение. Правило Лопиталя. Производные и дифференциалы высших порядков. Формула Тейлора с остаточным членом в форме Пеано и в форме Лагранжа. Разложение основных элементарных функций по формуле Тейлора. Применение формулы Тейлора для приближенных вычислений.

5. Условия монотонности функции. Экстремумы функции, необходимое условие. Достаточные условия. Отыскание наибольшего и наименьшего значений функции, дифференцируемой на отрезке. Исследование выпуклости функции. Точки перегиба. Асимптоты функций. Понятие об асимптотическом разложении. Общая схема исследования функции и построения ее графика. Вектор-функция скалярного аргумента. Понятие кривой, гладкая кривая. Касательная к кривой. Кривизна кривой. Радиус кривизны. Главная нормаль. Бинормаль. Кручение кривой.

6. Первообразная. Неопределенный интеграл и его свойства. Табличные интегралы. Замена переменной и интегрирование по частям в неопределенном интеграле. Многочлены. Теорема Безу. Основная теорема алгебры. Разложение многочлена с действительными коэффициентами на линейные и квадратичные множители. Разложение рациональных дробей на простейшие. Интегрирование рациональных дробей. Интегрирование некоторых иррациональных и трансцендентных функций.

7. Задачи, приводящие к понятию определённого интеграла. Определённый интеграл, его свойства. Формула Ньютона-Лейбница, ее применение для вычисления определённых интегралов. Геометрические и механические приложения определённого интеграла.

8. Несобственные интегралы с бесконечными пределами и от неограниченных функций, их основные свойства. Признаки сходимости несобственных интегралов. Понятие сингулярных интегралов.

9. 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.

10. 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.

11. Линейные дифференциальные уравнения с постоянными коэффициентами. Уравнения с правой частью специального вида. Операционный метод.

12. 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

13. Векторы. Линейные операции над векторами. Проекция вектора на ось. Декартовы координаты векторов и точек. Скалярное произведение векторов, его основные свойства, координатное выражение. Векторное и смешанное произведение векторов, их основные свойства и геометрический смысл. Определители второго и третьего порядка. Координатное выражение векторного и смешанного произведения.

14. Прямая на плоскости. Различные формы уравнений прямой на плоскости. Угол между прямыми. Расстояние от точки до прямой. Прямая и плоскость в пространстве. Уравнение плоскости и прямой в пространстве. Угол между плоскостями. Угол между прямыми. Угол между прямой и плоскостью. Кривые второго порядка: эллипс, гипербола, парабола. Поверхности второго порядка.

15. Решение системы n линейных алгебраических уравнений методом Гаусса.

Определители n-го порядка и их свойства. Разложение определителя по строке (столбцу). Решение систем n линейных алгебраических уравнений с n неизвестными по правилу Крамера. Матрицы и действия с ними. Обратная матрица. Решение матричных уравнений с помощью обратной матрицы. Линейные пространства. Линейная зависимость и независимость системы векторов. Размерность и базис линейного пространства. Координаты вектора. Преобразование координат при переходе к новому базису. Линейные операторы и действия с ними. Матрица линейного оператора. Связь между матрицами линейного оператора в различных базисах.

Ранг матрицы. Теорема о ранге. Вычисление ранга матрицы. Совместность систем линейных алгебраических уравнений Однородная и неоднородная системы. Теорема Кронекера-Капелли. Фундаментальная система решений. Собственные значения и собственные векторы линейного оператора. Характеристический многочлен.

16. Билинейные и квадратичные формы. Матрица квадратичной формы. Приведение квадратичной формы к каноническому виду. Формулировка закона инерции. Критерий Сильвестра положительной определённости квадратичной формы. Евклидовы пространства. Неравенство Коши-Буняковского. Матрица Грама скалярного произведения, ее свойства. Ортогональный и ортонормированный базис. Процесс ортогонализации. Ортогональное дополнение подпространства в евклидовом пространстве. Сопряжённые операторы в евклидовом пространстве и их свойства. Самосопряжённые операторы. Построение ортонормированного базиса из собственных векторов самосопряжённого оператора. Ортогональные операторы, их свойства. Ортогональные матрицы. Понятие о тензорах.

17. Пространство R_n. Множества в R_n: открытые, замкнутые, ограниченные, линейно

связные, выпуклые. Компактность. Функции нескольких переменных. Предел и непрерывность функции. Функции, непрерывные на компактах. Промежуточные значения непрерывных функций на линейно связных множествах. Частные производные. Дифференциал, его связь с частными производными. Инвариантность формы дифференциала. Геометрический смысл частных производных и дифференциала. Производная по направлению. Градиент.

18. Частные производные и дифференциалы высших порядков. Формула Тейлора. Отображения множеств из пространства R_n в пространство R_m. Непрерывные и дифференцируемые отображения. Функциональные определители. Условие независимости системы функций. Неявные функции. Теоремы существования. Дифференцирование неявных функций. Теорема об обратном отображении.

19. Экстремумы функций нескольких переменных. Необходимое условие экстремума. Достаточное условие экстремума. Условный экстремум. Метод множителей Лагранжа.

20. Функции комплексных переменных. Элементарные функции, их свойства. Ветви многозначных функций. Дифференцируемость и аналитичность. Условия Коши-Римана.

21. Гармонические и аналитические функции. Геометрический смысл модуля и аргумента производной аналитической функции.

22. Конформные отображения. Теорема Римана. Конформные отображения элементарными функциями: линейной, дробно-линейной, функцией Жуковского. Принцип соответствия границ. Принцип симметрии.

23. Скалярное и векторное поле. Циркуляция векторного поля вдоль кривой. Поток поля через поверхность.

24. Формула Гаусса-Остроградского. Дивергенция векторного поля, ее физический смысл

25. Формула Стокса. Ротор векторного поля, его физический смысл.

26. Потенциальное поле, его свойства. Условие потенциальности. Нахождение потенциала.

27. Соленоидальное поле, его свойства. Условие соленоидальности. Векторный потенциал.

28. Физические задачи, приводящие к дифференциальным уравнения в частных производных. Колебательные процессы, теплопроводность и диффузия, стационарные процессы. Электромагнитное поле, уравнения Максвелла. 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. Формула Грина. Теорема о среднем, принцип максимума. Функция Грина и её применение к решению краевых задач. Формула Пуассона для шара, круга. Задача на собственные значения и собственные функции для оператора Лапласа. Свойства собственных функций и собственных значений.

29. Метод Фурье решения краевых задач для уравнения Пуассона и смешанныхзадач для волнового уравнения и уравнения теплопроводности. Функции Бесселя. Решение краевых задач для уравнения Пуассона и смешанныхзадач для волнового уравнения и уравнения теплопроводности в цилиндрических областях. Интегральные уравнения Фредгольма второго рода. Теоремы Фредгольма. Методы решения интегральных уравнений. Потенциалы. Сведение краевых задач для уравнения Пуассона к интегральным уравнениям с помощью потенциалов. Задача Коши для волнового уравнения. Формулы Даламбера, Пуассона, Кирхгофа. Принцип Гюйгенса. Задача Коши для уравнения теплопроводности. Интеграл Пуассона. Понятие обобщённых функций и обобщённых решений, фундаментальное решение.

30. Пространство элементарных событий. Алгебра событий. Понятие случайного события. Вероятность. Аксиоматическое построение теории вероятностей. Элементарная теория вероятностей. Методы вычисления вероятностей. Условная вероятность. Формула полной вероятности. Формула Байеса. Схема Бернулли. Теоремы Пуассона и Муавра-Лапласа. Дискретные случайные величины. Функция распределения и ее свойства. Математическое ожидание и дисперсия дискретной случайной величины. Непрерывные случайные величины. Функция распределения, плотность вероятности случайной величины, их взаимосвязь и свойства. Математическое ожидание и дисперсия непрерывной случайной величины. Нормальное распределение и его свойства.

31. Закон больших чисел. Теоремы Бернулли и Чебышева. Центральная предельная теорема Ляпунова. Случайные векторы. Функция распределения. Условные распределения случайных величин. Условные математические ожидания. Ковариационная матрица. Коэффициенты корреляции. Функции случайных величин и случайных векторов, их законы распределения. Характеристические функции и их свойства. Цепи Маркова. Переходные вероятности. Предельная теорема. Стационарное распределение. Понятие случайного процесса. Процессы с независимыми приращениями. Пуассоновский процесс. Стационарные процессы.

32. Генеральная совокупность и выборка. Вариационный ряд. Гистограмма, эмпирическая функция распределения, выборочная средняя и дисперсия. Статистические оценки: несмещённые, эффективные, состоятельные. Погрешность оценки. Доверительная вероятность и доверительный интервал. Определение необходимого объёма выборки. Принцип максимального правдоподобия. Функциональная зависимость и регрессия. Кривые регрессии, их свойства. Коэффициент корреляции, корреляционное отношение, их свойства и оценки. Статистические методы обработки экспериментальных данных. Определение параметров нелинейных уравнений регрессии методом наименьших квадратов непосредственно и с помощью линеаризующих замен переменных. Понятие о критериях согласия. Проверка гипотез о равенстве долей и средних. Проверка гипотезы о значении параметров нормального распределения. Проверка гипотезы о виде распределения.

33. Бинарные отношения и их свойства. Отношения эквивалентности и частичного прядка. Отношения Парето. Принятие решений при многих критериях. Булевы функции. Элементарные булевы функции. Совершенные нормальные формы. Полиномы Жегалкина. Основные понятия теории графов. Матричное представление графов. Числовые характеристики графов. Обходы графов. Эйлеровы и гамильтоновы циклы в графах. Прикладные задачи и алгоритмы анализа графов.

34. Двухполосные сети. Задача о наибольшем потоке. Оптимизационные задачи на графах. Алгоритмы их решения. Сетевое планирование. Критический путь и критическое время сетевого графа. Оценки сложности алгоритмов. Классы P и NP, подходы к решению NP-полных задач. Автоматы.

35. Классификация оптимизационных задач: задачи математического программирования, вариационного исчисления, оптимального управления. Понятие о многокритериальной оптимизации. Элементы выпуклого анализа. Выпуклые задачи оптимизации. Теорема Куна-Таккера. Задача линейного программирования. Различные формы записи. Геометрическая интерпретация. Двойственность. Задачи классического вариационного исчисления. Вариация функционала и ее свойства. Уравнения Эйлера. Достаточные условия экстремума. Задачи на

условный экстремум. Понятие о задачах оптимального управления. Принцип максимума Понтрягина для задач оптимального управления.

36. Решение инженерных задач с применением ЭВМ. Вычислительный эксперимент. Численные методы алгебры: решение систем алгебраических уравнений, задача на собственные вектора и собственные значения, решение нелинейных уравнений методом Ньютона и методом простых итераций. Сходимость, оценка погрешности. Численные методы в теории приближений: интерполяционные многочлены Лагранжа и Ньютона, численное дифференцирование и интегрирование. Оценка погрешности.

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках занятий семинарского типа, групповых или индивидуальных консультаций.

Промежуточная аттестация проходит в традиционных форма (4 зачёта, 4 экзамена)

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Подготовка к лекционным и практическим занятиям, контрольным работам, прохождению испытаний промежуточной аттестации (зачёты, экзамены).

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	**Шкала оценивания сформированности компетенций**						
	плохо	**неудовлетворительно**	**удовлетворительно**	**хорошо**	**очень хорошо**	**отлично**	**превосходно**
	Не зачтено		**Зачтено**				
Знания	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибки.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
Умения	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить	При решении стандартных задач не продемонст	Продемонстрированы основные умения. Решены	Продемонстрированы все основные умения. Решены все	Продемонстрированы все основные умения. Решены все	Продемонстрированы все основные умения, решены все	Продемонстрированы все основные умения,

	наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	рированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме.	основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	основные задачи с отдельными несуществен ным недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
Навыки	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартны х задач не продемонст рированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальны й набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстр ированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстр ированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продемонстр ированы навыки при решении нестандартн ых задач без ошибок и недочетов.	Продемонс трирован творческий подход к решению нестандарт ных задач

Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
Зачтено	Превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»
	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	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
	Хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
	Удовлетвори-тельно	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	Неудовлетво-рительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	Плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения.

5.2.1 Типовые вопросы промежуточной аттестации (зачет, экзамен) по дисциплине «Высшая математика» для оценки компетенции ОПК-2

	Вопросы	Код компетенции (согласно РПД)
	1 семестр	
1.	Множества. Операции с множествами. Декартово произведение множеств. Отображения множеств. Мощность множества. Множество вещественных чисел.	ОПК-2
2.	Функция. Область её определения. Сложные и обратные функции. График функции.	ОПК-2
3.	Основные элементарные функции, их свойства и графики.	ОПК-2
4.	Числовые последовательности. Предел числовой последовательности. Критерий Коши. Существование предела монотонной ограниченной последовательности.	ОПК-2
5.	Предел функции в точке и на бесконечности. Бесконечно малые и бесконечно большие функции. Свойства предела функции. Пределы монотонных функций. Замечательные пределы.	ОПК-2
6.	Предел функции в точке и на бесконечности. Бесконечно малые и бесконечно большие функции. Свойства предела функции. Односторонние пределы. Пределы монотонных функций. Замечательные пределы.	ОПК-2
7.	Непрерывность функции в точке. Локальные свойства непрерывных функций. Непрерывность сложной и обратной функций. Непрерывность элементарных функций. Односторонняя непрерывность. Точки разрыва, их классификация.	ОПК-2
8.	Свойства функций, непрерывных на отрезке: ограниченность, существование наибольшего и наименьшего значений, промежуточные значения. Теорема об обратной функции.	ОПК-2
9.	Дифференциал функции, его геометрический смысл.	ОПК-2
10.	Понятие функции, дифференцируемой в точке. Общее представление о методах линеаризации.	ОПК-2
11.	Производная функции, ее геометрический и физический смыслы. Правила нахождения производной и дифференциала.	ОПК-2
12.	Производная сложной и обратной функций. Инвариантность формы дифференциала. Дифференцирование функций, заданных параметрически.	ОПК-2
13.	Точки экстремума функции.	ОПК-2
14.	Теоремы Ролля, Лагранжа, Коши, их применение.	ОПК-2
15.	Правило Лопиталя.	ОПК-2
16.	Производные и дифференциалы высших порядков.	ОПК-2
17.	Разложение основных элементарных функций по формуле Тейлора. Применение формулы Тейлора для приближенных вычислений.	ОПК-2
18.	Условия монотонности функции.	ОПК-2
19.	Экстремумы функции, необходимое условие. Отыскание наибольшего и наименьшего значений функции, дифференцируемой на отрезке.	ОПК-2
20.	Исследование выпуклости функции. Точки перегиба. Асимптоты функций.	ОПК-2

21.	Вектор-функция скалярного аргумента. Понятие кривой, гладкая кривая. Касательная к кривой. Кривизна кривой. Радиус кривизны. Главная нормаль. Бинормаль. Кручение кривой.	ОПК-2
22.	Первообразная. Неопределённый интеграл и его свойства.	ОПК-2
23.	Метод замены переменной и интегрирование по частям неопределённого интеграла.	ОПК-2
24.	Основная теорема алгебры.	ОПК-2
25.	Определённый интеграл, его свойства. Формула Ньютона-Лейбница, ее применение для вычисления определённых интегралов. Геометрические и механические приложения определённого интеграла.	ОПК-2
26.	Несобственные интегралы с бесконечными пределами и от неограниченных функций, их основные свойства. Признаки сходимости несобственных интегралов.	ОПК-2
27.	Дифференциальные уравнения первого порядка. Изоклины. Задача Коши. Теорема существования и единственности решения задачи Коши.	ОПК-2
28.	Дифференциальные уравнения высших порядков. Задача Коши. Понятие о краевых задачах для дифференциальных уравнений. Уравнения, допускающие понижение порядка.	ОПК-2
29.	Линейные дифференциальные уравнения: однородные и неоднородные. Общее решение. Фундаментальная система решений. Метод Лагранжа вариации постоянных.	ОПК-2
30.	Линейные дифференциальные уравнения с постоянными коэффициентами. Уравнения с правой частью специального вида. Операционный метод.	ОПК-2
31.	Нормальная система дифференциальных уравнений. Векторная запись нормальной системы. Задача Коши для нормальной системы дифференциальных уравнений.	ОПК-2
32.	Теорема существования и единственности решения задачи Коши.	ОПК-2
33.	Системы линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами	ОПК-2
34.	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.	ОПК-2
35.	Определители второго и третьего порядка. Координатное выражение векторного и смешанного произведения.	ОПК-2
36.	Прямая на плоскости. Различные формы уравнений прямой на плоскости. Угол между прямыми. Расстояние от точки до прямой.	ОПК-2
37.	Прямая и плоскость в пространстве. Уравнение плоскости и прямой в пространстве. Угол между плоскостями. Угол между прямыми. Угол между прямой и плоскостью.	ОПК-2
38.	Решение системы n линейных алгебраических уравнений методом Гаусса.	ОПК-2
39.	Определители n-го порядка и их свойства. Разложение определителя по строке (столбцу).	ОПК-2
40.	Решение систем n линейных алгебраических уравнений с n неизвестными по правилу Крамера.	ОПК-2
41.	Матрицы и действия с ними. Обратная матрица. Решение матричных уравнений с помощью обратной матрицы.	ОПК-2

42.	Линейные пространства. Линейная зависимость и независимость системы векторов. Размерность и базис линейного пространства. Координаты вектора. Преобразование координат при переходе к новому базису.	ОПК-2
43.	Линейные операторы и действия с ними. Матрица линейного оператора. Связь между матрицами линейного оператора в различных базисах.	ОПК-2
44.	Ранг матрицы. Теорема о ранге. Вычисление ранга матрицы. Совместность систем линейных алгебраических уравнений Однородная и неоднородная системы. Теорема Кронекера-Капелли. Фундаментальная система решений.	ОПК-2
45.	Собственные значения и собственные векторы линейного оператора. Характеристический многочлен.	ОПК-2
46.	Билинейные и квадратичные формы. Матрица квадратичной формы. Приведение квадратичной формы к каноническому виду.	ОПК-2
47.	Критерий Сильвестра положительной определённости квадратичной формы. Евклидовы пространства. Неравенство Коши-Буняковского.	ОПК-2
48.	Матрица Грама скалярного произведения, её свойства. Ортогональный и ортонормированный базис. Процесс ортогонализации. Ортогональное дополнение подпространства в евклидовом пространстве.	ОПК-2
	2 семестр	
1.	Пространство Rn. Множества в Rn: открытые, замкнутые, ограниченные, линейно связные, выпуклые. Компактность.	ОПК-2
2.	Функции нескольких переменных. Предел и непрерывность функции.	ОПК-2
3.	Функции, непрерывные на компактах. Промежуточные значения непрерывных функций на линейно связных множествах.	ОПК-2
4.	Частные производные. Дифференциал, его связь с частными производными. Инвариантность формы дифференциала. Геометрический смысл частных производных и дифференциала.	ОПК-2
5.	Производная по направлению. Градиент.	ОПК-2
6.	Частные производные и дифференциалы высших порядков. Формула Тейлора.	ОПК-2
7.	Неявные функции. Теоремы существования. Дифференцирование неявных функций.	ОПК-2
8.	Теорема об обратном отображении.	ОПК-2
9.	Экстремумы функций нескольких переменных. Необходимое условие экстремума. Достаточное условие экстремума. Условный экстремум.	ОПК-2
10.	Метод множителей Лагранжа.	ОПК-2
11.	Двойной и тройной интегралы, их свойства. Сведение кратного интеграла к повторному. Замена переменных в кратных интегралах.	ОПК-2
12.	Криволинейные интегралы. Их свойства и вычисление.	ОПК-2
13.	Понятие поверхности. Касательная плоскость и нормаль к поверхности. Площадь поверхности.	ОПК-2
14.	Поверхностные интегралы Их свойства и вычисление.	ОПК-2
15.	Геометрические и механические приложения кратных, криволинейных и поверхностных интегралов.	ОПК-2
16.	Скалярное и векторное поле. Циркуляция векторного поля вдоль кривой.	ОПК-2
17.	Скалярное и векторное поле. Поток поля через поверхность.	ОПК-2
18.	Формула Гаусса-Остроградского.	ОПК-2
19.	Дивергенция векторного поля, её физический смысл.	ОПК-2
20.	Формула Стокса. Ротор векторного поля, его физический смысл.	ОПК-2

21.	Потенциальное поле, его свойства. Условие потенциальности.	ОПК-2
22.	Потенциальное поле, его свойства. Нахождение потенциала.	ОПК-2
23.	Соленоидальное поле, его свойства.	ОПК-2
24.	Условие соленоидальности. Векторный потенциал.	ОПК-2
25.	Пространство элементарных событий. Алгебра событий. Понятие случайного события. Вероятность.	ОПК-2
26.	Элементарная теория вероятностей. Методы вычисления вероятностей.	ОПК-2
27.	Условная вероятность. Формула полной вероятности. Формула Байеса.	ОПК-2
28.	Схема Бернулли.	ОПК-2
29.	Теоремы Пуассона и Муавра-Лапласа.	ОПК-2
30.	Дискретные случайные величины. Функция распределения и ее свойства.	ОПК-2
31.	Математическое ожидание и дисперсия дискретной случайной величины. Непрерывные случайные величины.	ОПК-2
32.	Функция распределения, плотность вероятности случайной величины, их взаимосвязь и свойства.	ОПК-2
33.	Математическое ожидание и дисперсия непрерывной случайной величины.	ОПК-2
34.	Нормальное распределение и его свойства.	ОПК-2
35.	Закон больших чисел. Теоремы Бернулли и Чебышева.	ОПК-2
36.	Центральная предельная теорема Ляпунова.	ОПК-2
37.	Случайные векторы. Функция распределения. Условные распределения случайных величин.	ОПК-2
38.	Условные математические ожидания. Коэффициенты корреляции. Функции случайных величин и случайных векторов, их законы распределения.	ОПК-2
39.	Характеристические функции и их свойства.	ОПК-2
40.	Цепи Маркова. Переходные вероятности.	ОПК-2
41.	Предельная теорема. Стационарное распределение.	ОПК-2
42.	Понятие случайного процесса. Процессы с независимыми приращениями. Пуассоновский процесс. Стационарные процессы.	ОПК-2
43.	Генеральная совокупность и выборка. Вариационный ряд. Гистограмма, эмпирическая функция распределения, выборочная средняя и дисперсия.	ОПК-2
44.	Статистические оценки: несмещённые, эффективные, состоятельные. Погрешность оценки. Доверительная вероятность и доверительный интервал. Определение необходимого объёма выборки. Принцип максимального правдоподобия.	ОПК-2
45.	Функциональная зависимость и регрессия. Кривые регрессии, их свойства.	ОПК-2
46.	Коэффициент корреляции, корреляционное отношение, их свойства и оценки.	ОПК-2
47.	Статистические методы обработки экспериментальных данных. Определение параметров нелинейных уравнений регрессии методом наименьших квадратов непосредственно и с помощью линеаризующих замен переменных.	ОПК-2
48.	Понятие о критериях согласия. Проверка гипотез о равенстве долей и средних. Проверка гипотезы о значении параметров нормального распределения.	ОПК-2
49.	Проверка гипотезы о виде распределения.	ОПК-2
	3 семестр	
1.	Бинарные отношения и их свойства. Отношения эквивалентности и	ОПК-2

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

5.2.2. Типовые вопросы и задания для текущего контроля сформированности компетенции ОПК-2 (практические занятия, домашние задания, контрольные работы)

1) Введение в теорию функций одной переменной. Функция. Область её определения. Сложные и обратные функции. График функции. Основные элементарные функции, их свойства и графики.

2) Введение в теорию пределов. Числовые последовательности. Предел числовой последовательности. Критерий Коши. Арифметические свойства пределов. Переход к пределу в неравенствах. Существование предела монотонной ограниченной последовательности. Предел функции в точке и на бесконечности. Бесконечно малые и бесконечно большие функции. Свойства предела функции. Односторонние пределы. Пределы монотонных функций. Замечательные пределы. Предел функции в точке и на бесконечности. Бесконечно малые и бесконечно большие функции. Свойства предела функции. Односторонние пределы. Пределы монотонных функций. Замечательные пределы. Непрерывность функции в точке. Локальные свойства непрерывных функций. Непрерывность сложной и обратной функций. Непрерывность элементарных функций. Односторонняя непрерывность. Точки разрыва, их классификация. Сравнение функций. Символы o и O. Эквивалентные функции. Свойства функций, непрерывных на отрезке: ограниченность, существование наибольшего и наименьшего значений, промежуточные значения. Теорема об обратной функции.

3) Введение в теорию дифференциального исчисления. Понятие функции, дифференцируемой в точке. Дифференциал функции, его геометрический смысл. Общее представление о методах линеаризации. Производная функции, её смысл в различных задачах. Правила нахождения производной и дифференциала. Производная сложной и обратной функций. Инвариантность формы дифференциала. Дифференцирование функций, заданных параметрически.

4) Некоторые теоремы о дифференцируемых функциях. Точки экстремума функции. Теорема Ферма. Теоремы Ролля, Лагранжа, Коши, их применение. Правило Лопиталя. Производные и дифференциалы высших порядков. Формула Тейлора с остаточным членом в форме Пеано и в форме Лагранжа. Разложение основных элементарных функций по формуле Тейлора. Применение формулы Тейлора для приближенных вычислений.

5) Векторная алгебра Векторы. Линейные операции над векторами. Проекция вектора на ось. Декартовы координаты векторов и точек. Скалярное произведение векторов, его основные свойства, координатное выражение. Векторное и смешанное произведение векторов, их основные свойства и геометрический смысл.

6) Векторы. Линейные операции над векторами. Проекция вектора на ось. Декартовы координаты векторов и точек. Скалярное произведение векторов, его основные свойства, координатное выражение. Векторное и смешанное произведение векторов, их основные свойства и геометрический смысл.

7) Аналитическая геометрия на плоскости и в пространстве

8) Прямая на плоскости. Различные формы уравнений прямой на плоскости. Угол между прямыми. Расстояние от точки до прямой. Прямая и плоскость в пространстве. Уравнение плоскости и прямой в пространстве. Угол между плоскостями. Угол между прямыми. Угол между прямой и плоскостью. Кривые второго порядка: эллипс, гипербола, парабола. Поверхности второго порядка.

9) Введение в линейную алгебру

10) Матрицы и действия с ними. Обратная матрица. Решение матричных уравнений с помощью обратной матрицы.

11) Ранг матрицы. Теорема о ранге. Вычисление ранга матрицы.

12) Совместность систем линейных алгебраических уравнений Однородная и неоднородная системы. Теорема Кронекера-Капелли. Фундаментальная система решений. Собственные значения и собственные векторы линейного оператора. Характеристический многочлен.

13) Решение системы уравнений

14) Решение системы n линейных алгебраических уравнений методом Гаусса.

15) Определители n-го порядка и их свойства. Разложение определителя по строке (столбцу). Решение систем n линейных алгебраических уравнений с n неизвестными по правилу Крамера.

5.2.3. Типовые задачи текущего контроля сформированности компетенции ОПК-2 (практические занятия, домашние задания, контрольные работы)

Введение в анализ
(предел последовательности, предел и непрерывность функции)

Вариант 1

Вычислите пределы числовых последовательностей и функций:

1. $\lim\limits_{x\to+\infty}\dfrac{2+x-4x^3}{5+x^2+3x^3}$;

2. $\lim\limits_{x\to-2}\dfrac{x^3+3x^2+2x}{x^2-x-6}$;

3. $\lim\limits_{x\to3}\left(\dfrac{1}{x-3}-\dfrac{6}{x^2-9}\right)$;

Вариант 2

Вычислите пределы числовых последовательностей и функций:

1. $\lim\limits_{x\to+\infty}\dfrac{8x^5+3x^3+2}{4x^5+2x^3-3}$;

2. $\lim\limits_{x\to5}\dfrac{x^2-3x-10}{x^3-125}$;

3. $\lim\limits_{x\to1}\left(\dfrac{1}{x-1}-\dfrac{3}{1-x^3}\right)$;

Дифференциальное исчисление функций одной переменной

Вариант 1

1. Издержки производства некоторой продукции определяются функцией $y=5x^2+80x$, где x - число единиц произведённой за месяц продукции. Эта продукция продаётся по цене 280 руб. за изделие. Сколько изделий нужно произвести и продать, чтобы прибыль была максимальна?

2. Исследуйте функции и постройте их графики:

а $y=\dfrac{x^4}{4}-2x^2$;

б. $y=x-\ln x$.

Вариант 2

1. На монопольном рынке спрос на некоторый товар определяется следующей функцией: $y=780-2x-0{,}1x^2$, где x - число единиц товара. Найти максимальную прибыль, если средние издержки производства этого товара составляют $\overline{C}(x)=\dfrac{1000}{x}+500+2x$. При каком значении цены прибыль максимальна?

2. Исследуйте функции и постройте их графики:

а. $y=x+arctgx$;

б. $y=\dfrac{x^2}{x^2-1}$.

Интегральное исчисление функции от одной переменной

Вариант 1

1. Функция предельных издержек некоторой продукции имеет вид $C'(x)=30xe^{0{,}001x^2}$. Найти функцию издержек, если фиксированные издержки составляют 20000 рублей.

2. Вычислите неопределённые интегралы:

а. $\int\left(\sqrt{x}-5\right)^2 dx$; б. $\int\frac{3}{(1+5x)^4}dx$; в. $\int\left(x^2+3x+2\right)\ln x dx$.

3. Вычислите площадь фигуры, ограниченной линиями:

а) $xy=4$, $x=1$, $x=4$, $y=0$;

б) $y=x^2+2$, $x=-1$, $x=2$, $y=0$;

в) $y=\ln x$, $x=e$, $y=0$.

4. Вычислите несобственный интеграл или установите его расходимость:

а) $\int\limits_0^{+\infty} e^{-x}\sin x dx$;

б) $\int\limits_{-\infty}^{+\infty}\frac{dx}{x^2+6x+10}$.

Вариант 2

1. Функция предельной прибыли некоторой продукции имеет вид $P'(x)=25-0{,}004x$. Прибыль предприятия составляет 35,8 тыс. руб., если продано 1200 изделий. Найти функцию прибыли.

2. Вычислите неопределённые интегралы:

а) $\int(x-5)^3 dx$; б) $\int x\cos 2x dx$; в) $\int\frac{7x-15}{x^3-2x^2+5x}dx$.

3. Вычислите площадь фигуры, ограниченной линиями:

а) $y=4-x^2$, $y=0$;

б) $y=x^2$, $y=2-x^2$;

в) $y=\sin 2x$, $x=\frac{\pi}{2}$, $y=1$, где $\frac{\pi}{4}\le x\le\frac{\pi}{2}$.

4. Вычислите несобственный интеграл или установите его расходимость:

а) $\int\limits_0^{+\infty} xe^{-x^2}dx$;

б) $\int\limits_1^{+\infty}\frac{dx}{x^5}$.

Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных

Вариант 1

1. Найдите частные производные функции: а. $z=x^2y^3+x^3y$; б. $z=\frac{xy}{x+y}$.

2. Вычислите $\overrightarrow{gradz}$; dz и d^2z, если $z=y\cdot e^{y-x}$.

3. Найдите экстремумы функции $z=xy(1-x-y)$.

4. Найдите условный экстремум функции $z=e^{x+2y}$ при условии $x^2+y^2=1$.

Вариант 2

1. Найдите частные производные функции: а. $z=xe^{-xy}$; б. $z=x\sqrt{y}+\frac{y}{\sqrt[3]{x}}$.

2. Вычислите $\overrightarrow{gradz}$; dz и d^2z, если $z=x\cdot\sin^2 y$.

3. Найдите экстремумы функции $z=x^3-y^3-3xy$.

4. Найдите условный экстремум функции $z=\cos^2 x+\cos^2 y$ при условии $y-x=\frac{\pi}{4}$.

Дифференциальные уравнения

Вариант 1

1. Найдите общее решение дифференциального уравнения:

а. $x\sqrt{5+y^2}dx+y\sqrt{1+x^2}dy=0$;

б. $x^2dy=\left(y^2+xy\right)dx$;

в. $\left(3x^2+2y\right)dx+\left(2x-3\right)dy=0$;

г. $y'+y\cos x=\sin 2x$;

д. $y'+xy=x^3y^3$;

е. $y''+y'-2y=0$;

ж. $y''-4y'+13y=0$;

з. $y''-4y'+4y=0$.

Вариант 2

1. Найдите общее решение дифференциального уравнения:

а. $y'+2xy=2x$;

б. $-3xdx-2xy^2dx=3x^2ydy$;

в. $xdy-ydx=\sqrt{x^2+y^2}dx$;

г. $\left(x+y\right)dx+xdy=0$;

д. $y'-y\sin x=y^2e^{\cos x}$;

е. $y''-3y'-4y=0$;

ж. $y''+8y'+16y=0$;

з. $y''+4y'=0$.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) Основная литература

1. Математика: Учебное пособие: Том 1 / Кальней С.Г., Лесин В.В., Прокофьев А.А. – М.: КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 352 с.: 60x90 1/16. - (Бакалавриат) (Переплёт 7БЦ) ISBN 978-5-906818-10-2

Режим доступа: http://znanium.com/bookread2.php?book=520540 [22.09.2019]

2. Математика: Учеб. пособие / Ю.М. Данилов, Л.Н. Журбенко, Г.А. Никонова и др.; Под ред. Л.Н. Журбенко, Г.А. Никоновой; КГТУ. – М.: ИНФРА-М, 2009. – 496 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование). (переплет) ISBN 5-16-002673-8 - Режим доступа: http://znanium.com/bookread2.php?book=110071 [22.09.2019]

3. Математика в примерах и задачах: учеб. пособие / О.М. Дегтярева, Л.Н. Журбенко, Г.А. Никонова, Н.В. Никонова, С.Н. Нуриева. — М. : ИНФРА-М, 2017. — 372 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - Режим доступа: http://znanium.com/bookread2.php?book=896720 [22.09.2019]

б) Дополнительная литература

1. Высшая математика: Практикум / И.Г. Лурье, Т.П. Фунтикова. – М.: Вузовский учебник: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 160 с.: 60x88 1/16. (обложка) ISBN 978-5-9558-0281-7 - Режим доступа: http://znanium.com/catalog/product/368074 [22.09.2019]

2. Плохотников, К. Э. Базовые разделы математики для бакалавров в среде MATLAB [Электронный ресурс] / К. Э. Плохотников. - М.: Инфра-М; Вузовский Учебник; Znanium.com, 2014. - 571 с. - ISBN 978-5-16-102366-2 (online). - Режим доступа: http://znanium.com/catalog/product/496199 [22.09.2019]

в) Программное обеспечение лицензионное и свободно распространяемое

1. Операционная система Microsoft Windows
2. Пакет прикладных программ Microsoft Office
3. Браузер Google Chrome

г) Интернет -ресурсы

– Общероссийский математический портал (информационная система) http://www.mathnet.ru/

– База книг и публикаций Электронной библиотеки "Наука и Техника" - http://www.n-t.ru

– Научная электронная библиотека www.elibrary.ru [26.10.19]

– ЭБС «Юрайт». Режим доступа: http://biblio-online.ru

– ЭБС «Консультант студента». Режим доступа: http://www.studentlibrary.ru

– ЭБС «Лань». Режим доступа: http://e.lanbook.com/

– ЭБС «Znanium.com». Режим доступа: www.znanium.com

д) Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

– База данных ВИНИТИ РАН http://www.viniti.ru/ [26.10.19]

– База данных zbMath: https://zbmath.org/ (англ) [26.09.2019]

– База данных рецензируемой литературы Scopus https://www.scopus.com [26.10.19]

– База данных Web of Science https://apps.webofknowledge.com [26.10.19]

–ГАРАНТ. Информационно-правовой-портал http://www.garant.ru/

–Правовая система «Консультант плюс»

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой. 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 ФГОС ВО по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Автор – к.ф.-м.н., доцент С.Б. Афанасьев

Рецензент:
д.т.н., начальник отдела АО "Опытное Конструкторское Бюро Машиностроения им. И. И. Африкантова" В.А. Панов

Программа утверждена на заседании объединённой методической комиссии Института открытого образования и филиалов университета, протокол № 13 от 29.04.2019 г.