

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор
по образовательной деятельности

А.А. Панфилов

« 30 »

2019 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

"Высшая математика"

Направление подготовки : 13.03.02 « Электроэнергетика и электротехника »

Профиль подготовки : « Электрическое и электронное оборудование
автомобилей и тракторов »

Уровень высшего образования : Бакалавриат

Форма обучения : очная

Семестр	Трудоемкость зач. ед./ час.	Лекции, час.	Практи- ческие занятия час.	Лабора- торные работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточной аттестации (экз./ зачет)
1	4 / 144	36	36	-	45	Экзамен (27)
2	4 / 144	36	36	-	36	Экзамен (36)
Итого	8 / 288	72	72	-	81	Два экзамена (63)

Владимир 2019

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины "Высшая математика" являются:

1. Формирование навыков логического мышления.
2. Формирование практических навыков использования математических методов и формул.
3. Подготовка в области построения и использования различных математических моделей.

Задачи:

- изучить основные положения математики;
- научиться применять методы математики для решения прикладных задач.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Учебная дисциплина «Высшая математика» относится к базовой части учебного плана подготовки бакалавров по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

Пререквизиты дисциплины : дисциплина опирается на знание предметов основной образовательной программы среднего (полного) общего образования: «математика».

Взаимосвязь с другими дисциплинами

Полученные знания могут быть использованы во всех без исключения дисциплинах вариативной части программы, а также в дисциплинах базовой части программы.

Усвоение дисциплины «Высшая математика» обучающимися позволит им :

- а) применять математические методы и инструментальные средства для исследования объектов профессиональной деятельности;
- б) строить математические модели объектов профессиональной деятельности;
- в) использовать математические инструментальные средства для обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП :

Код формируемых компетенций	Уровень освоения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций (показатели освоения компетенции)
ОПК – 2: способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	Частичное	Знать: основные понятия и методы линейной и векторной алгебры, математического анализа. Уметь: применять теоретические знания при решении профессиональных задач, проводить анализ и обработку экспериментальных данных. Владеть: основными приемами математического моделирования и методами решения математических задач

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет **8 зачетных единиц (288 часов)**.
Распределение трудоёмкости по видам занятий представлено в таблице.

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Объем учебной работы с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС		
1	Определители	1	1-2	3	3		5	2 / 33%	
2	Матричное исчисление	1	2-3	3	3		5	1 / 17%	
3	Системы линейных алгебраических уравнений	1	5-6	4	4		7	2 / 25%	Рейтинг-контроль 1
4	Векторная алгебра	1	7-9	6	6		7	2 / 25%	
5	Элементы аналитической геометрии	1	10-13	8	8		7	4 / 25%	
6	Введение в математический анализ	1	14-15	4	4		5	2 / 25%	Рейтинг-контроль 2
7	Производная, техника дифференцирования	1	15-16	4	4		6	2 / 25%	
8	Неявные и параметрически заданные функции	1	17	2	2		2	1 / 25%	
9	Основные теоремы дифференциального исчисления	1	18	2	2		2	1 / 25%	Рейтинг-контроль 3
Всего за 1 семестр:				36	36		45	18 / 25%	Экзамен (27)
1	Исследование функций. Дифференциал и его приложения.	2	1-2	4	4		1	2 / 25%	
2	Экстремумы функций. Задачи «оптимизации».	2	3-4	4	4		2	2 / 25%	
3	Касательная и нормаль к линии. Физ.-мех. приложения производной. Правило Лопиталя.	2	5-7	5	5		-	2 / 20%	
4	Понятие первообразной. Свойства операции интегрирования и ее связь с дифференцированием. Таблица интегралов.	2	7-8	3	3		-	1 / 17%	Рейтинг-контроль 1
5	Основные методы интегрирования	2	9-12	7	7		2	3 / 29%	
6	Понятие определенного интеграла, его свойства и geometr-й смысл. Формула Ньютона-Лейбница. Понятие о несобств-х интегралах.	2	12-13	2	2		-	1 / 25%	
6	Приложения определенного интеграла.	2	13-15	5	5		2	3 / 30%	Рейтинг-контроль 2
7	Функции многих переменных. Основные понятия. Пределы и непрерывность. Линии и поверхности уровня. Скалярное поле.	2	16	1	1		-	1 / 50%	

8	Касательная плоскость и нормаль к поверхности. Производная по направлению и градиент. Высшие производные, теорема Шварца..	2	16	1	1	-	1 / 50%	
9	Экстремумы. Необходимые и достаточные условия (случай двух переменных). Исследование функции в замкнутой ограниченной области. Условный экстремум.	2	17-18	4	4	2	2 / 25%	Рейтинг-контроль 3
Всего за 2 семестр:				36	36	9	18 / 25%	Экзамен (36)
Наличие в дисциплине КП/КР		-						
Итого по дисциплине				72	72	54	36 / 25%	Экзамен (63)

Содержание лекционных занятий по дисциплине (тематический план курса)

I семестр.

I. Линейная алгебра.

1.1 Определители, их свойства и вычисление. 1.2. Матрицы, действия над ними. Обратная матрица. 1.3. Системы линейных уравнений. Терминология. 1.4. Методы Гаусса и Крамера. 1.5. Применение компьютерных технологий (программы «Matrix» и « Solver ») в алгебре.

II. Векторная алгебра.

2.1. Векторы и действия над ними. 2.2. Векторное пространство, линейная зависимость и базис. Координаты вектора в базисе. 2.3. Системы координат на плоскости и в пространстве. Радиус- вектор и направляющие косинусы. 2.4. Скалярное, векторное и смешанное произведение векторов. 2.5. Применение векторных операций в геометрии.

III. Аналитическая геометрия.

3.1. Декартовы координаты. Множества и линии на плоскости. Замечательные кривые. 3.2. Прямая на плоскости, различные способы её задания. Угол между прямыми, взаимное расположение прямых. Расстояние от точки до прямой. 3.3. Плоскость в пространстве, расстояние от точки до плоскости. 3.4. Прямая в пространстве, ее уравнения. 3.5 Углы и расстояния между плоскостями и прямыми в пространстве, их взаимное расположение.

IV. Введение в анализ.

4.1. Действительные числа. Множества и логическая символика. Понятие о функции и её графике. Элементарные функции. Обратная функция. 4.2. Последовательности и их пределы. Число «е», натуральные логарифмы и их свойства. 4.3. Предел функции, основные теоремы о пределах. 4.4. Замечательные пределы и следствия из них. Понятие о бесконечно малых и больших величинах. 4.5. Непрерывность функции. Основные теоремы о непрерывных функциях.

V. Дифференциальное исчисление (функции одной переменной).

5.1. Понятие производной, правила дифференцирования. «Табличные» производные. 5.2. Дифференцирование композиции функций, обратной функции. 5.3. Неявные и параметрически заданные функции. 5.4. Высшие производные.

II семестр.

VI. Приложения производной.

6.1. Исследование функций с помощью производных. Асимптоты графика функции. 6.2. Дифференциал, его свойства и приближенные вычисления с его помощью. 6.3. Касательная и нормаль к линии. Понятие кривизны. 6.4. Физико - механические приложения производной. Задачи оптимизации. 6.5. Правило Лопиталья.

VII. Интегральное исчисление (неопределенный интеграл).

7.1. Понятие первообразной и неопределенного интеграла. Свойства операции интегрирования и ее связь с дифференцированием. Таблица интегралов.

7.2. Основные методы интегрирования. **7.3.** Понятие о «неберущихся» интегралах. Теорема Коши о существовании первообразной.

VIII. Определенный интеграл.

8.1. Понятие определенного интеграла и формула Ньютона-Лейбница. Свойства определенного интеграла и его геометрический смысл. **8.2.** Интегральные неравенства и оценки. **8.3.** Понятие о несобственных интегралах..

IX. Приложения определенного интеграла.

9.1. Вычисление площадей плоских фигур в декартовых, полярных и параметрических координатах. **9.2.** Расчет длин линий (в различных координатах). **9.3.** Вычисление объемов и площадей поверхностей тел вращения. **9.4.** Решение задач механики и физики.

X. Функции, зависящие от нескольких переменных.

10.1. Общие понятия и терминология. Топология в \mathbb{R}^2 и \mathbb{R}^3 . Пределы и непрерывность. Поверхности в пространстве. **10.2.** Частные производные. Высшие производные, теорема Шварца. **10.3.** Скалярное поле. Линии и поверхности уровня. Производная по направлению и градиент.

XI. Приложения частных производных.

11.1. Полный дифференциал и приближенные вычисления. **11.2.** Касательная плоскость и нормаль к поверхности. **11.3.** Необходимые условия экстремума. Достаточные условия экстремума (случай двух переменных). **11.4.** Исследование функции в замкнутой ограниченной области. **11.5.** Различные способы поиска условного экстремума функций двух и трех переменных.

Содержание практических занятий по дисциплине

I семестр

Раздел 1. Определители.

Тема 1. Примеры и вычисление определителей второго порядка; третьего порядка по правилу Саррюса (методом треугольников).

Тема 2. Анализ свойств определителей.

Тема 3. Вычисление определителей третьего и четвертого порядка методом приведения к треугольному виду, методом понижения порядка.

Раздел 2. Матричное исчисление.

Тема 1. Матрицы и действия над ними.

Тема 2. Построение матрицы, обратной к данной матрице.

Тема 3. Решение матричных уравнений.

Раздел 3. Системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ).

Тема 1. Решение СЛАУ методом Крамера.

Тема 2. Решение СЛАУ с помощью обратной матрицы.

Тема 3. Решение СЛАУ методом Гаусса.

Раздел 4. Векторная алгебра

Тема 1. Операции с векторами.

Тема 2. Скалярное произведение.

Тема 3. Векторное произведение

Тема 4. Смешанное произведение.

Тема 5. Приложения векторной алгебры к задачам геометрии.

Раздел 5. Элементы аналитической геометрии

Тема 1. Решение прикладных задач с использованием разных типов уравнений прямой на плоскости.

Тема 2. Уравнение плоскости.. Анализ взаимного расположения двух плоскостей в пространстве.

Тема 3. Построение уравнений прямой в пространстве и анализ взаимного расположения прямой и плоскости в пространстве.

Раздел 6. Введение в математический анализ.

Тема 1. Действительные числа, комплексные числа и операции над ними.

Тема 2. Анализ основных элементарных функций действительного аргумента и построение их графиков.

Тема 3. Вычисление пределов числовых последовательностей.

Тема 4. Вычисление пределов функций с помощью эквивалентных замен.

Раздел 7. Производная, техника дифференцирования.

Тема 1. Вычисление производной.

Тема 2. Построение уравнения касательной и уравнения нормали к графику функции.

Тема 3. Дифференцирование сложной функции, неявной функции и функций, заданных параметрическими уравнениями.

II семестр

Раздел 1. Основные теоремы дифференциального исчисления.

Тема 1. Приближённое решение некоторых трансцендентных уравнений.

Тема 2. Вычисление пределов по правилу Лопиталя.

Тема 3. Разложение функций по формуле Тейлора.

Раздел 2. Исследование функций.

Тема 1. Определение участков возрастания и убывания функций.

Тема 2. Вычисление локальных экстремумов.

Тема 3. Определение участков выпуклости и вогнутости графика функции, точек перегиба.

Тема 4. Нахождение асимптот кривой.

Тема 5. Проведение полного исследования и построение графиков функций.

Раздел 3. Неопределенный интеграл.

Тема 1. Табличное интегрирование.

Тема 2. Замена переменной в неопределённом интеграле.

Тема 3. Метод интегрирования по частям.

Раздел 4. Интегрирование рациональных функций.

Тема 1. Разложение и интегрирование рациональных дробей.

Тема 2. Интегрирование иррациональных выражений.

Раздел 5. Интегрирование тригонометрических выражений.

Тема 1. Применение универсальной тригонометрической подстановки.

Тема 2. Интегрирование обратных тригонометрических функций.

Тема 3. Подбор подходящей замены переменной при поиске интегралов от тригонометрических выражений.

Раздел 6. Определённый интеграл.

Тема 1. Вычисление интегралов с помощью формулы Ньютона-Лейбница.

Тема 2. Замена переменной в определённом интеграле.

Тема 3. Метод интегрирования по частям в определённом интеграле.

Раздел 7. Приложения интегралов.

Тема 1. Вычисление площадей плоских фигур.

Тема 2. Вычисление длины дуги плоской кривой.

Тема 3. Вычисление площади поверхности и объёма тела вращения.

Тема 4. Приложение определённого интеграла к некоторым задачам физики.

Раздел 8. Функции многих переменных.

Тема 1. Определение линий уровня функции.

Тема 2. Вычисление частных производных.

Тема 3. Вычисление дифференциалов.

Тема 4. Касательная плоскость к поверхности. Нормаль к поверхности.

Раздел 9. Экстремумы функций.

Тема 1. Вычисление экстремумов ф.м.п.

Тема 2. Вычисление градиента, производной по направлению.

Тема 3. Решение прикладных задач на условный экстремум.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В преподавании дисциплины «Высшая математика» используются разнообразные образовательные технологии - как традиционные, так и с применением активных и интерактивных методов обучения.

5.1. Активные и интерактивные формы обучения

С целью формирования и развития профессиональных навыков студентов в учебном процессе используются активные и интерактивные формы проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой (контрольные аудиторские работы, индивидуальные домашние работы):

1. Лекционно-семинарская система обучения (традиционные лекционные и практические занятия).
2. Применение мультимедиа технологий (проведение лекционных и практических занятий с применением компьютерных презентаций).
3. Технология развития критического мышления (прививание студентам навыков критической оценки предлагаемых решений);
4. Информационно-коммуникационные технологии (применение информационных технологий для мониторинга текущей успеваемости студентов и контроля знаний).

Объем занятий, проводимых в интерактивных формах, составляет **36 часов (25 %)**.

5.2. Самостоятельная работа студентов

Самостоятельная (внеаудиторная) работа студентов включает закрепление теоретического материала при подготовке к выполнению контрольных заданий, оформление отчетов по лабораторным работам и подготовка к их защите, составление конспекта лекций по предложенным темам. Основа самостоятельной работы - изучение литературы по рекомендованным источникам и конспекту лекций, решение выданных задач, подготовка и отчет по типовым расчетам.

5.3. Мультимедийные технологии обучения

Некоторые из лекционных и практических занятий проводятся в виде презентаций в мультимедийных аудиториях университета. Компьютерные технологии используются для оформления типовых расчетов, при выполнении контрольных работ.

5.4. Лекции приглашенных специалистов

В рамках учебного курса «Высшая математика» не предусмотрены встречи с представителями российских и зарубежных университетов.

5.5. Рейтинговая система обучения

Рейтинг-контроль проводится три раза в семестр. Он предполагает оценку суммарных баллов по следующим составляющим: баллы по контрольным работам, качество выполнения типового расчета и за активное участие на занятиях.

**6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ,
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И
УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ
СТУДЕНТОВ**

6.1. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости

Текущий контроль знаний, согласно «Положению о рейтинговой системе комплексной оценки знаний студентов в ВлГУ» в рамках изучения дисциплины «Высшая математика» предполагает выполнение контрольных работ, типовых расчётов.

I семестр.

Контрольная работа к рейтинг-контролю № 1

« Определители и матрицы. Решение линейных систем ».

Вариант 1.

1. Найти $f(A)$, если $A = \begin{pmatrix} -2 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & -2 \\ 1 & -2 & 0 \end{pmatrix}$, $f(x) = x^3 - 2x^2 + 3x - 4$.

2. Решить систему линейных уравнений (методами Гаусса, Крамера и матричным).
Пояснить ход решения и сделать проверку.

$$\begin{cases} x - 2y + 3z = 6 \\ 3x - 2y - 5z = 6 \\ 2x + 3y - 4z = 20 \end{cases}$$

3. Решить матричное уравнение

$$X \cdot \begin{pmatrix} -7 & -3 & -7 \\ -9 & -6 & 4 \\ 5 & 7 & -3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 2 \\ -4 & 2 & 3 \end{pmatrix}.$$

4. Решить матричное неравенство (т.е. найти все подходящие значения x) :

$$\det \begin{pmatrix} x+2 & x^3+8 \\ -4 & 5-2x \end{pmatrix} \leq 0$$

Контрольная работа к рейтинг-контролю № 2

« Векторы и геометрия ».

Вариант 1.

1. Дано: $|\vec{c}| = |3\vec{a} - 2\vec{b}| = 4$, $|\vec{d}| = |-5\vec{a} + 6\vec{b}| = 5$, $(\vec{c}, \vec{d}) = \frac{2\pi}{3}$. Найти величину проекции вектора \vec{a} на вектор \vec{b} . Сделать схематический рисунок.

2. При каком значении t векторы $\vec{a} = \vec{i} + \vec{j} + t\vec{k}$, $\vec{b} = \vec{i} + \vec{j} + (t+1)\vec{k}$, $\vec{c} = \vec{i} - \vec{j} - 2t\vec{k}$
а) будут компланарны; б) образуют тетраэдр объемом 5 куб. ед?

3. Даны три вершины трапеции: $A(-1,2)$, $B(3,0)$, $C(2,5)$. Найти координаты ее четвертой вершины D и длину средней линии, если известно, что $AB \parallel CD$ и диагонали перпендикулярны. Сделать чертеж.

4. Даны прямые: $-7x + 3y + 4z = 0$ и $2x + 3 = 0$.

Найти угол между прямыми. Дать иллюстрацию в системе координат.

5. Даны уравнения плоскостей : $x + 3y - 2z + 1 = 0$ и $-2x + y + 3z + 6 = 0$.

Написать уравнение линии их пересечения и найти расстояние от нее до плоскости $-4x + 2y + 6z - 3 = 0$.

Контрольная работа к рейтинг-контролю № 3

« Введение в математический анализ ».

Вариант 1.

1. Пользуясь определением предела функции в точке, доказать, что $\lim_{x \rightarrow 1} |2x - 3| = 1$.

2 а). Вычислить пределы последовательностей $\{a_n\}$, указав характер предела – тип неопределенности.

$$a_n = \frac{7n - 5}{4 - 5n - 3n^2}; \quad a_n = \left(\frac{2n - 1 - 3n^2}{4 - 5n - 3n^2} \right)^{1-2n}$$

2 б). Вычислить пределы функций (и указать тип неопределенности), используя теорию бесконечно малых:

$$\lim_{x \rightarrow 16} \frac{\sqrt{\log_2 x} - 2}{\sin(\pi x)}; \quad \lim_{x \rightarrow -\infty} \frac{(3)^{1/x} - (2)^{1/x}}{\pi - \operatorname{arctg}(x)}$$

3. Дана функция $y = f(x)$. Требуется: 1) найти точки разрыва, если они существуют; 2) установить скачок функции в точке разрыва; 3) дать схематический чертёж.

$$f(x) = \begin{cases} x + 2, & \text{если } x \leq -2; \\ x^2 - 4, & \text{если } -2 < x < 1; \\ 4 - 2x, & \text{если } x \geq 1. \end{cases}$$

4 а). Проверить, удовлетворяет ли функция $y = -x \cos(x) + 3x$ данному уравнению: $xy' = y - x^2 \cdot \sin(x)$.

4 б). Найти производные функций и указать их область определения.

$$y = \frac{5x - 6}{\sqrt{x^2 - 6x + 5}}; \quad y = \arcsin(2x - 1) \cdot \ln(\cos x).$$

II семестр.

Контрольная работа к рейтинг-контролю № 1

« Приложения производной ».

Вариант 1.

1. Найти производную $y'(x)$ неявной функции $\operatorname{arctg} \frac{x}{y} = \ln(x^2 + y^2)$

2. Найти угол между кривыми $y = \frac{x+1}{x+2}$ и $y = \frac{x^2+4x+8}{16}$. Дать схематический рисунок.

3. В точках пересечения линий $x + y + 1 = 0$ и $y = 4x - x^2 - 5$ построены нормали к параболе. Найти площадь треугольника, образованного этими нормальями и отрезком, соединяющим точки пересечения линий. Сделать рисунок.

4. Используя правило Лопиталя, найти предел $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{e^{\frac{1}{x^2}} - 1}{2 \operatorname{arctg} x^2 - \pi}$.

1. Исследовать функцию $y = \frac{2x^3}{x^2 + 1}$ и построить ее график.

2. Вычислить приближенно (с помощью дифференциала функции): $\sin^4 64^\circ$.

Ответ сверить с показаниями калькулятора и оценить погрешность (в %).

7. В точках пересечения линий $x + y + 1 = 0$ и $y = 4x - x^2 - 5$ построены нормали к параболе. Найти площадь треугольника, образованного этими нормальями и отрезком, соединяющим точки пересечения линий. Сделать рисунок.

Контрольная работа к рейтинг-контролю № 2

« Техника интегрирования ».

Вариант 1.

1. Вычислить неопределенные интегралы (найти первообразные !); указать метод решения и сделать проверку полученного ответа дифференцированием :

а) $\int \operatorname{arctg}(\sqrt{x}) dx$; б) $\int (2-x^4)/(x^3+8) dx$; в) $\int 1/(5+\sqrt[3]{1-x}) dx$;
г) $\int \sin x / (\cos x - \operatorname{ctg} x) dx$; д) $\int (e)^{\cos 2x} \sin 4x dx$; е) $\int \ln^2 x / (\sqrt{x}) dx$;

Указания : а) , е) - интегрирование по частям ;

б) – интегрирование рациональной дроби – выделить целую часть и разложить знаменатель на множители ;

в) – замена $t = \sqrt[3]{1-x}$; г) - выделение полного квадрата ; д) внесение под знак " d " ;

г) – универсальная тригонометрическая подстановка (УТП : $t = \operatorname{tg}(x/2)$) ;

2. Вычислить определенные интегралы, указав смысл полученного результата.

$$\int_1^2 x \ln^2 x dx. \quad \int_0^{2\pi} \cos^8(x/4) dx. \quad \int_6^9 \sqrt{\frac{9-2x}{2x-21}} dx. \quad \int_0^5 \frac{dx}{(25+x^2)\sqrt{25+x^2}}.$$

Контрольная работа к рейтинг-контролю № 3

« Исследование функций нескольких переменных ».

Вариант 1.

1. Найти частные производные первого порядка, если $x + y + z = e^z$.
2. Вычислить приближенно $\ln(\sqrt[3]{1,03} + \sqrt[4]{0,98} - 1)$.
3. Исследовать на экстремум функцию $z = x^3 + y^3 - 3xy$.
4. Найти наибольшее и наименьшее значения функции $z = x^2 + y^2 - xy + x + y$ в области $D: x = 0, y = 0, x + y = -3$.
5. Найти производную функции $f(x, y, z) = xy^2 + z^3 - xyz$ в точке $M(1, 1, 2)$ в направлении, идущем от этой точки к точке $N(-9, 5, -1)$.

6.2. Оценочные средства для промежуточной аттестации студентов по итогам освоения дисциплины

ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ

I семестр.

1. Предмет математики. Ее возникновение и развитие. Элементарная, высшая и прикладная математика. Основные разделы математики. Великие математики древности и 17-19 веков.
2. Определители и их свойства. Вычисление определителей («крест-накрест» и правило Саррюса).
3. Понятие «минор», «алгебраическое дополнение». Вычисление определителей методом разложения.
4. Линейные уравнения и системы. Общие понятия и терминология (что означают слова «линейное уравнение», «решение системы», «совместность», «несовместность»). Запись системы в матричной форме.
5. Метод Гаусса и его сущность. Однородные системы и их особенность.

6. Применение определителей к решению систем. Правило Крамера.
7. Матрицы и действия над ними. Определитель произведения матриц.
8. Понятие « степень матрицы ». Обратная матрица . Вычисление обратной матрицы.
9. «Обратноматричный» метод решения систем, его сущность.
10. Основные типы матричных уравнений и методы их решения.
11. Векторы и простейшие действия над ними. Правила параллелограмма и « цепочки ». Понятия « модуль », «нуль-вектор», «противоположный вектор» и «единичный вектор».
12. Скалярное произведение векторов , его свойства и приложения.
13. Векторное произведение векторов , его свойства и приложения. Правило «винта».
14. Смешанное произведение векторов , его свойства и приложения.
15. Зависимость и независимость векторов (на прямой, на плоскости и в 3-мерном пространстве). Понятие «базис» (для совокупности векторов).
16. Координаты вектора (в некотором базисе). Проекция вектора – что это ? Прямоугольные базисы. Понятия «орт» и «направляющий косинус», их свойства.
17. Простейшие векторные операции в координатной форме. Понятие линейной комбинации векторов.
18. Вывод формул скалярного и векторного произведения в координатной форме. «Таблицы умножения» для базисных векторов i, j, k .
19. Вывод формулы для смешанного произведения векторов в координатной форме.
20. Понятия « ортогональность», « коллинеарность » и « компланарность » векторов. Основные « критерии » взаимного расположения векторов (всего их три !)
21. Системы координат на прямой, на плоскости и в пространстве. Расстояние между точками. Деление отрезка в данном отношении. Пример.
22. Вычисление площадей плоских многоугольников (векторный метод, метод «окаймления»). Примеры.
23. Линии на плоскости. Расчет координат точек пересечения линии с осями координат и другими линиями. Понятие « уравнение линии » и « привязка точки ».
24. Линии 1-го порядка – прямые на плоскости. Способы их задания – основные формулы.
25. Углы между прямыми на плоскости. Основные формулы и их обоснование. Взаимное расположение прямых и его связь с коэффициентами уравнений прямых.
26. Расстояние от точки до прямой. Схема расчёта на конкретном примере.
27. Вывод уравнения окружности. Линии 2-го порядка, их классификация и свойства.
28. Понятие функции. Основные определения и терминология. График функции. Элементарные функции и их графики (по материалам школьной программы !)
29. Понятие числовой последовательности. Предел последовательности как явление «стабилизации» её поведения. Примеры последовательностей, не имеющих предела.
30. Предел функции в точке. Предел функции на бесконечности. Примеры.
31. Основные теоремы о пределах .
32. Основные методы вычисления пределов (по примерам практических занятий).
33. Понятие о замечательных пределах. Принцип «взаимозаменяемости».
34. Непрерывность функции в точке. Разрывы и их классификация. Примеры.
35. Непрерывность на множестве. Свойства функций, непрерывных на отрезке.
36. Понятие производной и ее смысл. Процесс дифференцирования и основные правила дифференцирования. Таблица производных.
37. Композиция функций (« сложная » функция) и её дифференцирование. Примеры.

II семестр.

1. Понятие о бесконечно малых величинах и их эквивалентности. Использование в приближённых вычислениях. Примеры. Приближённые вычисления логарифмов.
2. Дифференцирование параметрически и неявно заданных функций.
3. Возрастание и убывание функции. Связь с производной. Критические точки. Экстремум.
4. Максимум и минимум. Необходимые и достаточные условия. Примеры.
5. Наибольшее и наименьшее значение функции на отрезке. Методы их нахождения.
6. Понятие асимптоты графика. Методы нахождения асимптот.
7. Вогнутость и выпуклость графика. Точки перегиба.
8. Общая схема исследования функции с построением графика.

9. Касательная и нормаль к плоской кривой. Вычисление углов между кривыми. Понятия гладкости и кривизны.
10. Дифференциал функции. Его свойства и применение к приближённым вычислениям.
11. Правило Лопиталя и его применение в раскрытии различных неопределённостей.
12. Понятие о пределах типа «неопределённости»: $\infty - \infty$, $0 \cdot \infty$, $(1)^\infty$, $(0)^0$, $(\infty)^0$. Методы их раскрытия.
13. Понятие первообразной. Обозначения и терминология. Основные свойства неопределённого интеграла. Принцип «инвариантности».
14. Понятие «интегрируемости» функций. Таблица первообразных и её «проверка».
15. Метод «внесения» под знак d и преобразования под знаком дифференциала.
16. Интегралы, содержащие «квадратичность», методы их вычисления.
17. Интегрирование рациональных дробей – общая схема и терминология (правильные, неправильные дроби; целая часть и остаток; основные типы элементарных дробей).
18. Метод замены переменной (два основных типа). Примеры.
19. Интегрирование простейших иррациональностей. Примеры.
20. Метод интегрирования по частям. Понятие о «возвратном» интеграле.
21. Интегрирование тригонометрических выражений (основные способы).
22. Основные типы «тригонометрических» подстановок. Примеры.
23. Понятие определенного интеграла, его основные свойства. Интегральные неравенства.
24. Формула Ньютона – Лейбница и её применение – примеры.
25. Особенности определённого интеграла (в методах «по частям» и замене переменной).
26. Связь определённого интеграла с вычислением площади. Примеры.
27. Функции нескольких переменных. Область определения, график, линии уровня.
28. Понятие предела и непрерывности функции. Основные теоремы и примеры.
29. Частные производные – определение, смысл и примеры.
30. Производная по направлению и градиент функции.
31. Производные высших порядков. Теорема Шварца. (в качестве примера рассмотреть производные 3-го порядка для $f(x, y)$ и 2-го порядка для $f(x, y, z)$, указав – какие из них совпадают).
32. Дифференциал функции и его приложения. Примеры.
33. Экстремумы функции (нескольких переменных) – основные понятия и термины. Необходимые и достаточные условия экстремума. Стационарные точки.
34. Исследование функции нескольких переменных в ограниченной замкнутой области. Примеры.

6.3. ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

В целях закрепления практического материала и углубления теоретических знаний по разделам дисциплины «**Высшая математика**» предполагается выполнение **типовых расчетов**. Типовые расчеты выполняются во внеаудиторное время (три типовых расчета в семестре). Основа самостоятельной работы - изучение литературы по рекомендованным источникам и конспекту лекций, решение выданных задач, подготовка и отчет по типовым расчетам.

І семестр.

Типовой расчет № 1 «Линейная алгебра»

1. Решить систему уравнений (три способа – по Гауссу, Крамеру и обратноматричный).

Пояснить процесс решения и сделать проверку:

$$\begin{cases} 5x + y + 4z = 3 \\ 3x + 2y - z = 8 \\ 11x + 5y - 2z = 19 \end{cases}$$

1. Вычислить определитель матрицы (два способа – разложением по строке - столбцу

или правилом Саррюса) :
$$A = \begin{pmatrix} -6 & 0 & 1 \\ 3 & 9 & 6 \\ 1 & -4 & 2 \end{pmatrix}$$

3. Решить матричное уравнение (или неравенство) – т.е. найти все подходящие значения x :

$$\text{а) } \begin{pmatrix} |3-2x| & x^2 \\ -2 & x-10 \end{pmatrix} \leq 0; \quad \text{б) } \begin{pmatrix} 4-x^2 & 1 & -5 \\ -3 & |x-1| & -1 \\ 3 & -2 & 2x \end{pmatrix} = 0.$$

4. С помощью матричного кодирования правым «ключом» (неизвестной матрицей X) слова $A = \langle \text{БОР} \rangle$ получено слово $\langle \text{ПЛЁС} \rangle$. Найти вид «ключа» X .

Типовой расчет № 2 «Векторная алгебра и аналитическая геометрия»

1. Даны вершины треугольника: $A(7,2)$, $B(1,9)$, $C(-8, -11)$. Вычислить:

Даны вершины треугольника : $A (7; 2)$, $B (1; 9)$, $C (- 8; - 11)$. Рассчитать:

- площадь, углы и периметр Δ - ка ABC ;
 - координаты центра и радиус описанной окружности ; радиус вписанной окруж-ти;
 - координаты точки K – пересечения медианы AE с биссектрисой BD ;
 - длину высоты CF и координаты ее основания – точки F ;
 - координаты точки, симметричной точке C относительно стороны AB ;
 - уравнение окружности, описанной вокруг треугольника. Сделать подтверждающий рисунок. (в системе координат XOY).
2. Даны точки $A(0,4,3)$, $B(4,8,1)$, $C(2,15,-7)$, $D(0,6,4)$.

Доказать , что тетраэдр с вершинами в этих точках существует и рассчитать:

- объем пирамиды и площадь полной поверхности;
 - длину высоты пирамиды AE и координаты ее основания – точки E .
 - величину угла (\approx в градусах) между ребром CD и гранью ACD ;
 - величину проекции ребра AD на линию BC ;
 - координаты центра и радиус сферы, описанной вокруг пирамидки $ABCD$.
- Дать схематический чертёж.

3. Дана информация о векторах: $|\vec{a}| = 1$, $|\vec{b}| = 2$, $(\vec{a}, \vec{b}) = 30^\circ$. Найти

площадь треугольника, построенного на векторах $\vec{c} = \{\vec{a} + 3\vec{b}\}$ и $\vec{d} = \{2\vec{a} - \vec{b}\}$, а также величину угла между векторами \vec{c} и \vec{d} . Сделать соответствующий чертёж.

4. Найти координаты вектора \vec{b} , компланарного с векторами \vec{i}, \vec{j} , перпендикулярного вектору $\vec{a} = \{4, -3, 5\}$ и имеющего длину $2|\vec{a}|$.

5. Найти координаты вектора \vec{p} , коллинеарного вектору $\vec{q} = \{2, 2, 1\}$ имеющего длину, равную 3 и образующего тупой угол с вектором \vec{k} .

6. Найти координаты единичного вектора \vec{a} , перпендикулярного векторам $\vec{b} = \{1, 1, 1\}$ и $\vec{c} = \{1, 3, 1\}$ и образующего острый угол с базисным вектором \vec{j} .

7. Привести уравнение кривой второго порядка к каноническому виду; установить тип кривой; указать её характеристики; построить чертёж:

а) $36x^2 + 36y^2 - 36x - 24y - 23 = 0$; б) $16x^2 + 25y^2 - 32x + 50y - 359 = 0$; в) $x^2 + 2x + 5 = 0$.

Типовой расчет № 3 «Введение в математический анализ»

1. Последовательность $\{a_n\}$ задана с помощью формулы: $a_n = \frac{n+1}{14-3n}$.

а) вычислить пять первых элементов этой последовательности;

б) исследовать $\{a_n\}$ на монотонность;

в) найти предел $\lim_{n \rightarrow \infty} a_n = A$ последовательности;

г) определить, начиная с какого номера N модуль отклонения элементов последовательности от величины A не превысит $0,01$;

д) изобразить поведение $\{a_n\}$ графически и указать наименьший и наибольший из элементов a_n (если таковые существуют).

2. Дана функция $y = f(x)$. Требуется: 1) найти точки разрыва, если они существуют ; 2) установить скачок функции в точке разрыва ; 3) дать схематический чертеж.

$$f(x) = \begin{cases} x^2 - 1, & \text{если } x \leq 0; \\ \cos x, & \text{если } 0 < x < \pi/2; \\ x - \pi/2, & \text{если } x \geq 1. \end{cases}$$

3. Указать тип неопределенности и вычислить предел (без помощи производной !)

а) $\lim_{x \rightarrow -\infty} x(\sqrt{5+8x^3} - 2x)$; б) $\lim_{x \rightarrow -1} (x^3 - 2x - 1)/(2x^4 + 3x + 1)$;

в) $\lim_{x \rightarrow \pi/2} [\cos x \cdot \operatorname{ctg}(4x)]$; г) $\lim_{x \rightarrow 1} (1 - \sqrt{x})/\cos(\pi x/2)$;

д) $\lim_{x \rightarrow \pi} (\cos(5x) - \cos(3x))/(\pi - x)^2$; е) $\lim_{x \rightarrow -3} (7 + 2x)^{2/(x+3)}$;

4. Рассчитать производную функции и указать ОДЗ аргумента :

а) $y = (5x - 6)/(\sqrt{x^3 + 5x - 6})$; б) $y = [(3)^{\operatorname{ctg}(1-2x)}]$; в) $\ln[\sin(x/2)]^4$;

г) $y = \log_3[(\sqrt{(4x^2 + 1)/(1 - 8x^3)})]$; д) $(1/3)^{\arccos \sqrt{2-3x}}$.

е) проверить, удовлетворяет ли функция $y = (\sin x)/x$ уравнению : $y + x y' = \cos x + 1$.

II семестр.

Типовой расчет № 1 «Приложения производной»

1. Рассчитать приближенное значение величин (с помощью дифференциала функции):

а) $\sin^4(64^\circ)$; б) $\sqrt[5]{34}$; в) $\lg 13$; г) $\operatorname{arcctg}(\sqrt{0,97})$.

2. Оценить величины : а) $\ln(102)$; б) $\ln(349/17)$, в) $\lg(0,08)$, считая известными значения $\ln k$ для $k = 1, 2, \dots, 10$. (Метод – см. лекции !)

Ответ сверить с показаниями калькулятора и оценить погрешность (в %).

3. К линии $y = x - (1/x)$ в точках ее пересечения с осью ОХ проведены нормали.

Найти точку их пересечения и оценить величину угла между ними (с рисунком).

4. Для функции $f(x) = \exp(-x^2) + 2x^2$ определить наибольшее и наименьшее значение на отрезке $-1 \leq x \leq 1$. Дать эскиз графика.

5. Для функции $y = (x^2 - 9)/(\sqrt{4x^2 - 3})$ определить точки разрыва, указать их тип и рассчитать асимптоты. Сделать эскиз графика.

6. Для функции $y = (3x - 4) \cdot (e)^{-x-2}$ рассчитать экстремумы и точки перегиба.

7. Вычислить пределы (применяя правило Лопиталья или преобразуя под него). Указать возникающие типы неопределенности, дать иллюстрацию с помощью АГ.

а) $\lim_{x \rightarrow 7} (\sqrt[5]{x} - \sqrt[5]{7})/(\sqrt[3]{14} - \sqrt[3]{2x})$; б) $\lim_{x \rightarrow \pi/2} (\ln(\sin 3x)/\ln(\sin 7x))$;

в) $\lim_{x \rightarrow +0} (x \cdot \ln^3 x)$; г) $\lim_{x \rightarrow 0} [(1/\operatorname{tg} x) - (1/\operatorname{arctg} x)]$; д) $\lim_{x \rightarrow \pi} (\operatorname{tg} 2x)^{\sin 3x}$;

Типовой расчет № 2 «Интегралы и их приложения»

1. Вычислить определенные интегралы, указав смысл полученного результата.

$$\int_1^2 x \ln^2 x dx.$$

$$\int_0^{2\pi} \cos^8(x/4) dx.$$

$$\int_6^9 \sqrt{\frac{9-2x}{2x-21}} dx.$$

$$\int_0^5 \frac{dx}{(25+x^2)\sqrt{25+x^2}}.$$

Примечание: во всех задачах необходимо сделать рисунок и дать предварительную оценку ожидаемого результата («прогноз»), исходя из геометрических соображений. Если в процессе решения возникает «небериющийся» интеграл – вычислить его \approx (программа АГ).

2. Рассчитать площадь фигуры, ограниченной линиями :

а) $y = x^2 - 3x$, $x + y - 4 = 0$, $y = 0$.

б) $y = \sqrt{6 - x^2}$, $y = \sqrt{6} - \sqrt{6 - x^2}$, $x \leq 0$.

в) параболой $(y + 2)^2 = -x - 1$, касательной к ней в точке с ординатой $y_0 = -3$ и осью OX .

г) $xy = 1$, $y = \ln(x/7)$, $x = 1$, $x = 7$.

3. Вычислить длину дуги линии :

а) $y = (x(3-x)\sqrt{x})/3$ (между точками ее пересечения с осью OX);

б) $x(t) = t^2$, $y(t) = t(1/3 - t^2)$ (длину петли линии);

4. Рассчитать объем тела, полученного при вращении фигуры, ограниченной линиями : $3y = 14x - 3x^2 - 5$, $x + y = 3$, $x - y^2 = 3$.

а) вокруг оси OX ; б) вокруг оси OY .

(*Вариант задачи:* оценить величину площади поверхности тела вращения).

5. Два объекта движутся вдоль одной прямой со скоростями : $v_1 = 3t^2 + 2t$, $v_2 = 8t + 10$. Предполагая, что они стартуют из одной точки, найти, когда они снова окажутся вместе. Какой путь пройдет к этому моменту каждый из них?

6. Для сжатия пружины на 4 см необходимо совершить работу в 25 Дж. На сколько см можно растянуть пружину, совершив работу в 81 Дж?

7. Шлюз имеет форму полукруга радиуса 10 м. Найти силу давления воды на шлюз, если его диаметр находится на 1 м выше уровня поверхности воды.

8. Найти работу, которая необходима для того, чтобы :

а) вывести с поверхности Земли спутник массой 1 тонна на высоту 500 км (радиус Земли принять 6370 км);

б) выкачать воду из чана в форме усеченного конуса с размерами : $R = 1$ м, $r = 0,5$ м, $H = 0,8$ м; (дном является меньшее основание конуса).

Типовой расчет № 3 «Функции нескольких переменных»

1. Дана функция $f(x, y, z) = z \cdot \ln \frac{z}{x}$. Вычислить значение величины

$$x \cdot f_{xx} + y \cdot f_{yy} - z \cdot f_{zz} \text{ в точке } (-1, -1, 1).$$

2. Вычислить приближенно (с помощью дифференциала) значение величины:

а) $(2,97) \cdot \sqrt[3]{8,02}$; б) $\log_{1,98} \cos 44^\circ$; в) $\sqrt[4]{6 \cos^2 28^\circ - 2 \cdot 0,98^5 + \arctg 0,03}$.

3. Дана функция :

а) $f(x, y) = (y)^x$. Найти величину $x \cdot f''_{yx} - (1 + x \cdot \ln y) \cdot f'_y$.

б) $f(x, y) = y/x$. Найти величину $f'_x - y \cdot f''_{yx}$.

4. Найти $f(x)$, если известно, что $f(y/x) = \sqrt{x^2 + y^2}/x$ для любых (допустимых) x, y .

5. Даны функции : $f(x, y) = e^x \cos y$, $g(x, y) = e^x \sin y$. Доказать, что

а) $f^2(x, y) - g^2(x, y) = f(2x, 2y)$; б) $2f(x, y) \cdot g(x, y) = g(2x, 2y)$.

6. Для заданной функции установить тип линий уровня и построить их

(взяв несколько характерных значений и указав допустимые значения константы C):

а) $f(x, y) = \text{ctg}(2x - 3y + 1)$; б) $f(x, y) = \ln(x + y^2)$; в) $f(x, y) = \arcsin(x^3/y^2)$.

7. Найти наибольшую крутизну подъема поверхности $z = (x)^y$ в точке $(2, 2, 4)$.

8. Функцию $f(x, y) = 4 - 5x^2 - y^2 - 4xy - 4x - 2y$ исследовать на (абсолютный) экстремум.

Показать (схематично) поведение линий уровня в окрестности «экстремальных» точек.

9. Найти наименьшее и наибольшее значение функции $f(x, y) = x^2 - 2xy + 3$

в области D , ограниченной линиями : $y = 4 - x^2$, $x = -1$, $3x + 2y + 1 = 0$.

Изобразить область и составить сводную (итоговую) таблицу значений.

10. Рассчитать условные экстремумы функции $f(x, y) = x + 4y + 8$

при условии : $2x^2 + 3y^2 = 5$ (методы редукции и Лагранжа). Дать иллюстрацию.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ	
		Количество экземпляров изданий в библиотеке ВлГУ в соответствии с ФГОС ВО	Наличие в электронной библиотеке ВлГУ
1	2	3	4
Основная литература			
1. Задачник по высшей математике: Учебное пособие / В.С. Шипачев. - 10-е изд., стер.- М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015.- 304 с.- (Высшее образование. Бакалавриат).	2015		http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922109796.html
2. Математика: Учебное пособие / Данилов Ю. М., Никонова Н. В., Нуриева С. Н., Под ред. Журбенко Л. Н., Никоновой Г. А. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015.- 496 с. – (Высшее образование. Бакалавриат).	2015		http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922109796.html .
3. Высшая математика: [Электронный ресурс] / С.Н. Дорофеев. - М. : Мир и образование. 2011. (Полный конспект лекций).	2011		http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785946666220.html
Дополнительная литература			
1. Высшая математика в вопросах и ответах [Электронный ресурс]: учебное пособие / Л.В. Крицков, под ред. В.А. Ильина. - М.: Проспект, 2014.	2014		http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785392143726.html
2. Высшая математика в примерах и задачах [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов. В 3 т.: Т.1-3 / Черненко В.Д. - 2-е изд., перераб. и доп. - СПб. : Политехника, 2011. ISBN97857325098611	2011		http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN97857325098611.html

7.2. Периодические издания

1. «Заводская лаборатория», журнал ISSN 1028-6861 , секция «Математические методы исследования » (корпус 1, библиотека).

7.3. Интернет-ресурсы

1. http://www.krugosvet.ru/enc/nauka_i_tehnika/matematika/ALGEBRA.html .
2. http://www.krugosvet.ru/enc/nauka_i_tehnika/matematika/VEKTOR.html .
3. http://www.krugosvet.ru/enc/nauka_i_tehnika/matematika/ANALITICHESKAYA_GEOMETRIYA.html
4. http://www.krugosvet.ru/enc/nauka_i_tehnika/matematika/MATEMATICHESKI_ANALIZ.html#part-1 .
5. http://www.krugosvet.ru/enc/nauka_i_tehnika/matematika/DIFFERENTIALNIE_URAVNENIYA.html.

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

- университетские мультимедийные средства ;
- оборудование специализированных лабораторий ;
- электронные записи лекций ;
- компьютеры со специализированным программным обеспечением (пакеты **MAPLE**, **Mathcard**, **MatLab**).

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий практического типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещений для самостоятельной работы. Лекции проводятся в мультимедийной аудитории **A-3**. Практические работы проводятся в мультимедийной лаборатории **308-2**. Для самостоятельной работы используются помещения библиотеки ВлГУ.

Перечень используемого программного обеспечения (в том числе лицензионного):

1. Advanced Grapher. 2. Solver. 3. Matrix. 4. MathLab. 5. Maple 6. MathCard.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

Рабочую программу составил доц. Левизов С.В.


(подпись)

Рецензент (представитель работодателя):

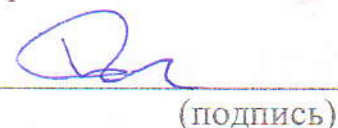
зам. Директора по развитию ООО «Баланс» Кожин А.В.


(подпись)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ФАиП

Протокол № 1а от 26.08.2019 года

Заведующий кафедрой Бурков В. Д.


(подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

Протокол № 1 от 30.08.2019 года

Председатель комиссии: заведующий кафедрой Гуськов В.Ф.


(подпись)