

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ВЛАДИМИРА ДАЛЯ»

Факультет компьютерных систем и информационных технологий
Кафедра прикладной математики



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
«Математика»

по направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение

профиль подготовки «Цифровые технологии и машины в литейном производстве»

Луганск – 2023

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Математика» по направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение. – 17 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Математика» составлена на основе федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 09 августа 2021 года № 727 (с изменениями и дополнениями), зарегистрированного в Министерстве юстиции Российской Федерации 07 сентября 2021 года за № 64909, учебного плана по направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение.

СОСТАВИТЕЛЬ:

канд. техн. наук, доц., заведующий кафедрой прикладной математики Малый В.В.

Рабочая программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры прикладной математики

18 апреля 2023 года, протокол № 10

Заведующий кафедрой прикладной математики  Малый В.В.

Переутверждена: «__» 20__ года, протокол № __

Согласована:

Директор института технологий  инженерной механики Могильная Е.П.

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии института факультета компьютерных систем и информационных технологий

19 апреля 2023 года, протокол № 8.

Председатель учебно-методической комиссии факультета компьютерных систем и информационных технологий  Ветрова Н.Н.

© Малый В.В., 2023 год
© ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В.ДАЛЯ», 2023 год

Структура и содержание дисциплины

1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

Дисциплина представляет собой изложение основных положений математического анализа, аналитической геометрии и линейной алгебры, необходимых для изучения специальных дисциплин.

Цель изучения дисциплины – овладение студентами необходимым математическим аппаратом, помогающим анализировать, моделировать и решать задачи в рамках прикладных исследований.

Задачи: развитие логического и абстрактного мышления студентов, овладение студентами методами исследования и решения математических задач; выработка у студентов умения самостоятельно расширять свои математические знания и проводить математический анализ прикладных задач.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Математика» входит в модуль естественнонаучных дисциплин обязательной части учебного плана.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются: знание элементарной математики: алгебры, геометрии, элементарных функций и основ математического анализа; умения решать типовые задачи элементарной математики; навыки мыслительной деятельности, логического анализа, математического и геометрического мышления.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания элементарной математики и служит основой для освоения специальных инженерных дисциплин.

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Студенты, завершившие изучение дисциплины «Математика», должны

знать: основные понятия и методы математического анализа, в части дифференциального и интегрального исчисления, теории рядов; теории линейной алгебры; аналитической геометрии; теории дифференциальных уравнений; основные алгоритмы типовых численных методов решения математических задач.

уметь: использовать методы математического анализа, аналитической геометрии, линейной алгебры, теории функций комплексного переменного; использовать основные приёмы обработки экспериментальных данных.

владеть: математическими понятиями и символами для выражения количественных и качественных отношений, математическими методами и алгоритмами в приложениях к техническим наукам.

Перечисленные результаты образования являются основой для формирования следующих компетенций (в соответствии с ФГОС ВО и

требованиями к результатам освоения основной образовательной программы (ОПОП ВО):

общепрофессиональных:

ОПК-1 способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (з.е.)		
	Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
Общая учебная нагрузка (всего)	468 (13 зач. ед)		468 (13 зач. ед)
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)	272		36
в том числе:			
Лекции	136		18
Семинарские занятия	-		-
Практические занятия	136		18
Лабораторные работы	-		-
Курсовая работа (курсовой проект)	-		-
Индивидуальное задание	1-3 сем.		1-3 сем.
Самостоятельная работа студента (всего)	196		432
Форма аттестации	экзамен; (1-3 сем.)		экзамен (1-3 сем.)

4.2. Содержание разделов дисциплины

Семестр 1

Тема 1. Линейная алгебра

Матрицы. Операции над матрицами. Определители. Свойства определителей. Разложение определителей. Методы вычисления определителей. Обратная матрица.

Матричные уравнения. Ранг матрицы. Системы линейных алгебраических уравнений. Матричный метод. Метод Крамера. Метод Гаусса. Теорема Кронекера–Капелли. Фундаментальная система решений.

Векторы. Линейные операции над векторами. Линейная зависимость векторов. Базис. Координаты вектора в базисе. Действия с векторами в координатном представлении. Декартова система координат. Изменение координат при замене базиса и

начала координат.

Проекция вектора. Скалярное произведение векторов. Векторное произведение векторов. Смешанное произведение.

Линейные операторы на плоскости. Собственные векторы и собственные значения линейного оператора. Квадратичные формы.

Тема 2. Аналитическая геометрия

Простейшие задачи аналитической геометрии на плоскости. Уравнение линии на плоскости. Уравнение прямой с угловым коэффициентом. Уравнение прямой с угловым коэффициентом, проходящей через данную точку. Уравнение прямой, проходящей через две данные точки. Общее уравнение прямой. Уравнение прямой в «отрезках». Нормальное уравнение прямой. Кривые второго порядка.

Уравнение поверхности в пространстве. Уравнение плоскости, проходящей через данную точку, с заданным нормальным вектором. Общее уравнение плоскости. Уравнение плоскости в «отрезках». Угол между двумя плоскостями. Условия параллельности и перпендикулярности двух плоскостей. Нормальное уравнение плоскости. Расстояние от точки до плоскости. Уравнение плоскости, проходящей через три точки.

Уравнения прямой линии в пространстве. Канонические и параметрические уравнения прямой. Уравнения прямой, проходящей через две точки. Угол между двумя прямыми. Условия параллельности и перпендикулярности двух прямых. Прямая и плоскость в пространстве: угол между прямой и плоскостью, условия пересечения прямой плоскости, условия параллельности и перпендикулярности прямой и плоскости.

Поверхности второго порядка. Цилиндрические поверхности. Сфера. Конусы. Эллипсоид. Гиперболоиды. Параболоиды. Геометрические свойства этих поверхностей.

Полярные координаты на плоскости. Спираль Архимеда. Цилиндрические и сферические координаты в пространстве. Различные способы задания линий и поверхностей в пространстве.

Тема 3. Математический анализ

Множества вещественных чисел. Функция. Область ее определения. Способы задания. Основные элементарные функции, их свойства и графики. Числовые последовательности, их роль в вычислительных процессах. Предел числовой последовательности. Существование предела монотонной ограниченной последовательности.

Предел функций, основные понятия и свойства. Односторонние пределы. Первый и второй замечательные пределы. Предел

функции в бесконечности. Пределы монотонных функций. Бесконечно малые функции и их свойства. Сравнение бесконечно малых функций.

Непрерывность функции в точке. Непрерывность основных элементарных функций. Свойства функций, непрерывных на отрезке: ограниченность, существование наибольшего, наименьшего и промежуточных значений.

Дифференциальное исчисление функций одной переменной. Производная функции, ее смысл в различных задачах. Правила нахождения производной. Производная сложной и обратной функции. Дифференцирование функций, заданных параметрическим образом. Понятие функции, дифференцируемой в точке. Дифференциал функции, его геометрический смысл. Общее представление о методах линеаризации. Инвариантность формы дифференциала. Производные и дифференциалы высших порядков, их свойства. Точки экстремума функции. Теорема Ферма. Теоремы Ролля, Лагранжа, Коши и их применение. Основные теоремы о дифференцируемых функциях. Неопределенности и их раскрытие с помощью правила Лопиталя. Формулы Тейлора и Маклорена. Представление основных элементарных функций по формуле Тейлора. Применения формул Тейлора.

Применение дифференциального исчисления для исследования функций и построения их графиков Условия монотонности функции. Экстремумы функции, необходимое условие. Достаточные условия. Отыскание наибольшего и наименьшего значения функции, дифференцируемой на отрезке. Исследование выпуклости функции. Точки перегиба. Асимптоты функций. Понятие об асимптотическом разложении. Общая схема исследования функции и построение ее графика.

Семестр 2

Тема 3. Математический анализ

Неопределенный интеграл. Первообразная. Неопределенный интеграл и его свойства. Геометрический смысл неопределенного интеграла. Таблица неопределенных интегралов. Простейшие приёмы интегрирования. Использование таблиц интегралов. Интегрирование по частям и заменой переменной. Интегрирование простейших рациональных дробей. Разложение дробно-рациональной функции на простейшие дроби. Методы вычисления неопределенных коэффициентов. Интегрирование дробно-рациональных функций. Интегрирование некоторых иррациональных функций и выражений, содержащих тригонометрические функции. Интегрирование дифференциальных биномов. Применение тригонометрических подстановок для интегрирования содержащих радикалы

функций.

Определенный интеграл и его приложения. Задачи, приводящие к понятию определенных интегралов. Интегральные суммы. Определенный интеграл и его свойства. Теорема о среднем. Производная интеграла по его верхнему пределу. Формула Ньютона-Лейбница. Основные приемы вычисления определенных интегралов. Интегрирование по частям и заменой переменной. Понятие о приближенном вычислении определенных интегралов. Методы вычисления определенных интегралов по формулам прямоугольников, трапеций и Симпсона. Приложение определенных интегралов к вычислению площадей, объемов, длин дуг. Механические и физические приложения определенных интегралов. Несобственные интегралы с бесконечными пределами и от неограниченных функций. Признаки сходимости несобственных интегралов.

Функции нескольких переменных. Функции нескольких переменных. Область определения. Предел функции. Непрерывность. Частные производные. Полный дифференциал, его связь с частными производными. Инвариантность формы полного дифференциала. Касательная плоскость и нормаль к поверхности. Геометрический смысл полного дифференциала. Частные производные и полные дифференциалы высших порядков. Формула Тейлора. Неявные функции. Теоремы существования. Дифференцирование неявных функций. Экстремумы функции нескольких переменных. Необходимое условие экстремума. Достаточные условия. Метод наименьших квадратов. Условный экстремум. Метод множителей Лагранжа. Примеры его применения при поиске оптимальных решений.

Тема 4. Комплексный анализ

Комплексные числа. Действия над комплексными числами. Тригонометрическая форма комплексного числа. Показательная форма комплексного числа. Функции комплексной переменной. Производная функции комплексной переменной.

Тема 5. Дифференциальные уравнения

Обыкновенные дифференциальные уравнения. Физические задачи, приводящие к дифференциальным уравнениям. Задача Коши. Теорема существования и единственности решения задачи Коши. Поле направлений и метод изоклин. Дифференциальные уравнения первого порядка с разделяющимися переменными и однородные дифференциальные уравнения. Приложения дифференциальных уравнений первого порядка в различных областях науки. Линейные дифференциальные уравнения первого порядка. Уравнение Бернулли. Их решение с помощью методов Лагранжа и Бернулли. Дифференциальные уравнения первого порядка в

полных дифференциалах. Интегрирующий множитель. Дифференциальные уравнения высших порядков. Задача Коши. Понятие о краевых задачах для дифференциальных уравнений. Уравнение, допускающее понижение порядка. Приложение к решению задач о движении физического маятника. Однородные линейные и неоднородные линейные дифференциальные уравнения. Понятие общего решения. Определитель Вронского. Формула Лиувилля-Остроградского. Метод вариации неопределенных коэффициентов решения неоднородных линейных дифференциальных уравнений. Линейные дифференциальные уравнения с постоянными коэффициентами. Уравнения с правой частью специального вида. Приложения к описанию линейных моделей. Системы дифференциальных уравнений, свойства их решений. Решения систем линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами

Семестр 3

Тема 6. Теория рядов

Числовые и функциональные ряды. Числовые ряды. Понятие сходимости ряда. Геометрическая прогрессия. Необходимый признак сходимости ряда. Простейшие действия над рядами. Свойства рядов с положительными членами. Исследование сходимости рядов с помощью признаков сравнения. Признаки сходимости Даламбера и Коши. Интегральный признак сходимости рядов с положительными членами. Знакочередующиеся ряды. Теорема Лейбница. Оценка остатка знакочередующегося ряда. Знакочередующиеся ряды. Абсолютно и условно сходящиеся ряды. Теорема об абсолютной сходимости. Функциональные ряды. Область сходимости, методы ее определения. Равномерная и правильная сходимость функциональных рядов. Признак Вейерштрасса. Степенные ряды. Теорема Абеля. Интервал и радиус сходимости степенного ряда. Его равномерная сходимость. Ряд Тейлора. Теорема о единственности разложения функции в степенной ряд. Достаточные условия разложимости функции в ряд Тейлора. Разложение основных элементарных функций в ряды Тейлора и Маклорена. Применение степенных рядов в приближенных вычислениях. Ряды Фурье. Коэффициенты Фурье и их свойства. Теорема о сходимости тригонометрических рядов Фурье. Понятие ортонормированной системы функций. Её применение для разложения функций. Разложение чётных и нечетных функций в тригонометрический ряд Фурье. Специальные приёмы разложения функций в зависимости от заданного интервала разложения. Применение тригонометрическим рядов Фурье в приближенных вычислениях.

Тема 7. Кратные и поверхностные интегралы

Двойной интеграл. Задачи, приводящие к понятию двойного интеграла. Его определение и основные свойства. Вычисление двойного интеграла последовательным интегрированием. Вычисление площадей и объёмов с помощью двойного интеграла. Замена переменных в двойном интеграле. Двойной интеграл в полярной системе координат. Тройной интеграл. Задачи, приводящие к понятию тройного интеграла. Его определение и основные свойства. Вычисление тройного интеграла последовательным интегрированием. Замена переменных в тройном интеграле. Вычисление тройных интегралов в цилиндрических и сферических координатах. Физические и геометрические приложения тройных интегралов (вычисление площадей поверхностей, масс, статических моментов, моментов инерции и координат центра тяжести пространственных фигур). Площадь поверхности. Определение поверхностных интегралов. Свойства и примеры вычислений. Определение и примеры интегралов первого и второго рода. Свойства и примеры вычислений.

Тема 8. Теория поля

Скалярное поле. Производная по направлению и градиент. Примеры вычислений и приложения. Векторное поле. Поток векторного поля через ориентированные поверхности, его свойства и физический смысл. Теорема Остроградского. Дивергенция векторного поля, ее свойства и вычисление в декартовых координатах. Физический смысл дивергенции. Соленоидальное поле, его свойства. Работа силового поля. Циркуляция векторного поля. Теорема Стокса. Ротор векторного поля, его свойства и вычисление в декартовых координатах. Задачи, приводящие к понятию криволинейных интегралов. Определение криволинейных интегралов 1-го рода. Основные свойства криволинейных интегралов 1-го рода. Их геометрические и физические приложения. Определение криволинейных интегралов 2-го рода. Основные свойства криволинейных интегралов 2-го рода. Условие независимости криволинейного интеграла 2-го рода от формы пути. Потенциальное поле, его свойства. Условие потенциальности. Способы определения потенциала.

4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов		
		Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
Семестр 1		51		6
Тема 1.	Линейная алгебра	15		2
Тема 2.	Аналитическая геометрия	18		2

Тема 3.	Математический анализ	18		2
Семестр 2		51		6
Тема 3.	Математический анализ	25		4
Тема 4.	Комплексный анализ	8		1
Тема 5.	Дифференциальные уравнения	18		1
Семестр 3		34		6
Тема 6.	Теория рядов	12		2
Тема 7.	Кратные и поверхностные интегралы	14		3
Тема 8.	Теория поля	8		1
Итого:		136		18

4.4. Практические занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов		
		Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
Семестр 1		51		6
Тема 1.	Линейная алгебра	15		2
Тема 2.	Аналитическая геометрия	18		2
Тема 3.	Математический анализ	18		2
Семестр 2		51		6
Тема 3.	Математический анализ	25		4
Тема 4.	Комплексный анализ	8		1
Тема 5.	Дифференциальные уравнения	18		1
Семестр 3		34		6
Тема 6.	Теория рядов	12		2
Тема 7.	Кратные и поверхностные интегралы	14		3
Тема 8.	Теория поля	8		1
Итого:		136		18

4.5. Лабораторные работы

Лабораторные работы по дисциплине не предусмотрены.

4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов		
			Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
Семестр 1			87		168
Тема 1.	Линейная	подготовка к контрольной	23		48

	алгебра	работе; выполнение индивидуального задания			
Тема 2.	Аналитическая геометрия	подготовка к контрольной работе; выполнение индивидуального задания	32		46
Тема 3.	Математический анализ	подготовка к контрольной работе; выполнение индивидуального задания	32		74
Семестр 2			87		168
Тема 3.	Математический анализ	подготовка к контрольной работе; выполнение индивидуального задания	42		90
Тема 4.	Комплексный анализ	подготовка к контрольной работе; выполнение индивидуального задания	12		18
Тема 5.	Дифференциальные уравнения	подготовка к контрольной работе; выполнение индивидуального задания	33		60
Семестр 3			58		132
Тема 6.	Теория рядов	подготовка к контрольной работе; выполнение индивидуального задания	20		46
Тема 7.	Кратные и поверхностные интегралы	подготовка к контрольной работе; выполнение индивидуального задания	22		46
Тема 8.	Теория поля	подготовка к контрольной работе; выполнение индивидуального задания	16		40
Итого:			232		432

4.7. Курсовые работы/проекты.

Курсовые работы по дисциплине не предусмотрены.

5. Образовательные технологии

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- традиционные объяснительно-иллюстративные технологии, которые обеспечивают актуальность изучаемого материала в конкретный момент времени;
- технологии проблемного обучения, направленные на развитие познавательных способностей, позволяющие учащимся самостоятельно решать задачи, разрешение которых позволяет студентам активно усваивать знания (используются поисковые методы; постановка познавательных задач);
- технологии развивающего обучения, позволяющие ориентировать учебный процесс на потенциальные возможности студентов, их реализацию и развитие;
- технологии концентрированного обучения, суть которых состоит в создании единого цикла изучения содержания учебных дисциплин за счет объединения занятий в тематические блоки;
- технологии модульного обучения, дающие возможность обеспечения гибкости и индивидуальности учебному плану);

– технологии дифференцированного обучения, обеспечивающие возможность реализовать в культурно-образовательном пространстве университета идею создания равных возможностей для получения образования

– технологии активного (контекстного) обучения, с помощью которых осуществляются методы обучения) и т.д.

Максимальная эффективность педагогического процесса достигается путем конструирования оптимального комплекса педагогических технологий и (или) их элементов на личностно-ориентированной, деятельностной, диалогической основе и использования необходимых современных средств обучения.

6. Формы контроля освоения дисциплины

Текущая аттестация студентов производится в дискретные временные интервалы лектором или преподавателем, ведущим практические занятия по дисциплине в следующих формах:

- фронтальные и индивидуальные опросы;
- контрольные работы;
- защита индивидуальных/домашних заданий.

Фонды оценочных средств, включающие типовые индивидуальные/домашние задания, контрольные работы, позволяющие оценить результаты текущей и промежуточной аттестации обучающихся по данной дисциплине, помещаются в приложении к рабочей программе в соответствии с «Положением о фонде оценочных средств».

Промежуточная аттестация по результатам освоения дисциплины проходит в форме письменного экзамена, включающего теоретические вопросы и практические задания. В случае неполного, спорного или некорректного выполнения задания письменного экзамена, допускается уточняющий устный опрос студента, на основании которого возможна корректировка оценки результатов промежуточной аттестации. Допуск к промежуточной аттестации производится на основании положительных результатов по всем формам текущего контроля.

В экзаменационную ведомость и зачетную книжку выставляются оценки по шкале, приведенной в таблице.

Шкала оценивания	Характеристика знания предмета и ответов
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объёме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допускает незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.

удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы.

7. Учебно-методическое и программно-информационное обеспечение дисциплины:

а) основная литература:

1. Киркинский А.С., Математический анализ : Учебное пособие для вузов / Киркинский А.С. - М.: Академический Проект, 2019. - 526 с. (Gaudeamus) - ISBN 978-5-8291-3040-4 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785829130404.html> (дата обращения: 02.09.2022). - Режим доступа : по подписке.

2. Максименко В.Н., Курс математического анализа : учебник / Максименко В.Н. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2016. (Серия "Учебники НГТУ") - ISBN 978-5-7782-2914-3 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778229143.html> (дата обращения: 02.09.2022). - Режим доступа : по подписке.

3. Попов В.С., Линейная алгебра : учебное пособие / В.С. Попов - М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2016. - 251 с. - ISBN 978-5-7038-4305-5 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785703843055.html> (дата обращения: 02.09.2022). - Режим доступа : по подписке.

4. Чеголин А.П., Линейная алгебра и аналитическая геометрия : учебное пособие / Чеголин А.П. - Ростов н/Д : Изд-во ЮФУ, 2015. - 150 с. - ISBN 978-5-9275-1728-2 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785927517282.html> (дата обращения: 02.09.2022). - Режим доступа : по подписке.

б) дополнительная литература:

1. Беклемишев Д. В. Курс аналитической геометрии и линейной алгебры [Текст] : учебник / Д. В. Беклемишев. - 5-е изд., перераб. - М. : Наука, 1984. – 320 с.

2. Бермант А. Ф. Краткий курс математического анализа [Текст] : учебник / А. Ф. Бермант, И. Г. Араманович. - 8-е изд., испр. и доп. - М. : Наука, 1973. – 720 с.
3. Берман Г. Н. Сборник задач по курсу математического анализа [Текст] : учеб. пособие / Г. Н. Берман. - 20-е изд. - М. : Наука, 1985. - 384 с.
4. Данко П. Е. Высшая математика в упражнениях и задачах: Учеб. Пособие для вузов / П. Е. Данко, А. Г. Попов, Т. Я. Кожевникова, С. П. Данко. – 7-е изд., испр. - М. : ООО «Издательство АСТ»: ООО «Издательство «Мир и Образование», 2014. - 816 с.
5. Клетеник Д. В. Сборник задач по аналитической геометрии [Текст] : учеб. пособие для втузов / Д. В. Клетеник ; под ред. Н. В. Ефимова. - СПб. : "Специальная литература", 1998. - 200 с.
6. Грибанов В. М. Высшая математика. Курс лекций. Ч. 1 [Текст] / В. М. Грибанов, Н. М. Крамарь, О. П. Швед. - Луганск : Изд-во ВНУ им. В. Даля, 2002. - 164 с.
7. Грибанов В. М. Высшая математика. Курс лекций. Ч. 2 [Текст] / В. М. Грибанов, Н. М. Крамарь, О. П. Швед. - Луганск : Изд-во ВНУ им. В. Даля, 2002. - 144 с.
8. Грибанов В. М. Высшая математика. Курс лекций. Ч. 3 [Текст] / В. М. Грибанов, Н. М. Крамарь, О. П. Швед. - Луганск : Изд-во ВНУ им. В. Даля, 2003. - 174 с.
9. Шнейдер В. Е. Краткий курс высшей математики. В 2 т. [Текст] : учеб. пособие / В. Е. Шнейдер, А. И. Слуцкий, А. С. Шумов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высш. школа, 1978. - 328 с.
10. Сборник задач по математике для втузов. Ч. 1. Линейная алгебра и основы математического анализа [Текст] : учеб. пособие / под ред.: А. В. Ефимова, Б. П. Демидовича. - М. : Наука, 1981. - 464 с.
11. Сборник задач по математике для втузов. Ч. 2. Специальные разделы математического анализа [Текст] : учеб. пособие / под ред.: А. В. Ефимова, Б. П. Демидовича. - М. : Наука, 1981. - 368 с.
12. Бугров Я. С. Высшая математика. В 3 т. Дифференциальное и интегральное исчисление [Текст] : учебник для вузов / Я. С. Бугров, С. М. Никольский. - 8-е изд., стер. - М. : Дрофа, 2007. - 509 с.
13. Кудрявцев В. А. Краткий курс высшей математики [Текст] : учеб. пособие / В. А. Кудрявцев, Б. П. Демидович. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Наука, 1975. - 624 с.
14. Пискунов Н. С. Дифференциальное и интегральное исчисления: Для втузов. [Текст] : учеб. пособие / Н. С. Пискунов. - 13-е изд. - М. : Наука, 1985. - 560 с.
15. Бугров Я. С. Дифференциальное и интегральное исчисление [Текст] : учебник / Я. С. Бугров, С. М. Никольский. - М. : Наука, 1984. - 432 с.

в) методические указания:

1. Методические рекомендации и сборник примеров для выполнения индивидуальных заданий по высшей математике. Раздел: «Линейная и векторная алгебра» для студентов инженерных, электротехнических и экономических направлений подготовки [Электронный ресурс] / сост.: В. В. Малый, Д. В. Малый, В. С. Щелоков. - Луганск : ЛНУ им. В. Даля, 2019. - 156 с.
2. Методические указания к практической работе по дисциплине “Высшая математика” [Электронный ресурс] . Ч.1 : Линейная алгебра и аналитическая геометрия / сост.: В. В. Малый, Д. В. Малый. - Луганск : ЛГУ им. В. Даля, 2015. - 82 с.
3. Методические указания к практической работе по дисциплине “Высшая математика” [Электронный ресурс] . Ч. 2 : Дифференциальное исчисление / сост.: В. В. Малый, Д. В. Малый. - Луганск : ЛГУ им. В. Даля, 2015. - 71 с.
4. Методические указания к практической работе по дисциплине “Высшая математика” [Электронный ресурс] . Ч. 3 : Интегральное исчисление / сост.: В. В. Малый, Д. В. Малый. - Луганск : ЛГУ им. В. Даля, 2015. - 70 с.
5. Методические указания к практической работе по дисциплине “Высшая математика” [Электронный ресурс] . Ч. 4 : Функции многих переменных. Дифференциальные уравнения / сост.: В. В. Малый, Д. В. Малый. - Луганск : ЛГУ им. В. Даля, 2015. - 67 с.
6. Методические указания к практической работе по дисциплине “Высшая математика” [Электронный ресурс] . Ч.5 : Ряды / сост.: А. В. Вишневский, В. В. Малый, Д. В. Малый. - Луганск : ВНУ им. В. Даля, 2013. - 80 с.
7. Методические указания к практической работе по дисциплине “Высшая математика” [Электронный ресурс] . Ч.6 : Кратные, криволинейные, поверхностные интегралы. Теория поля / сост.: А. В. Вишневский, В. В. Малый, Д. В. Малый. - Луганск : ВНУ им. В. Даля, 2013. - 80 с.

г) интернет-ресурсы:

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации – <https://minobrnauki.gov.ru/>

Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.ru/>

Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>

Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru>

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru>/

Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru>/

Электронные библиотечные системы и ресурсы

Электронно-библиотечная система «Консультант студента» –

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Освоение дисциплины «Математика» предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет.

Программное обеспечение:

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	https://www.libreoffice.org/ https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice
Операционная система	UBUNTU 19.04	https://ubuntu.com/ https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu
Браузер	Firefox Mozilla	http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx
Браузер	Opera	http://www.opera.com
Почтовый клиент	Mozilla Thunderbird	http://www.mozilla.org/ru/thunderbird
Файл-менеджер	Far Manager	http://www.farmanager.com/download.php
Архиватор	7Zip	http://www.7-zip.org/
Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	http://www.gimp.org/ http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8 https://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP
Редактор PDF	PDFCreator	http://www.pdfforge.org/pdfcreator
Аудиоплейер	VLC	http://www.videolan.org/vlc/

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ВЛАДИМИРА ДАЛЯ»

Факультет компьютерных систем и информационных технологий

Кафедра прикладной математики

УТВЕРЖДАЮ



Кочевский А.А.

2023 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по учебной дисциплине

Математика

15.03.01 Машиностроение

«Информационные технологии и машины в литейном производстве»

Разработчик:

доцент

Малый В.В.

ФОС рассмотрен и одобрен на заседании кафедры прикладной математики
от 18 апреля 2023 г., протокол № 10

Заведующий кафедрой прикладной математики

Малый В.В.

Луганск 2023 г.

Паспорт
фонда оценочных средств по учебной дисциплине
«Математика»
Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в
результате освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Контролируемые темы учебной дисциплины	Этапы формирования (семестр изучения)
1	ОПК-1	способен самостоятельно приобретать, развивать применять математические, естественнонаучные, социально- экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте	Тема 1. Линейная алгебра	1 (начальный)
			Тема 2. Аналитическая геометрия	1 (начальный)
			Тема 3. Математический анализ	1, 2 (начальный)
			Тема 4. Комплексный анализ	2 (начальный)
			Тема 5. Дифференциальные уравнения	2 (начальный)
			Тема 6. Теория рядов	3 (начальный)
			Тема 7. Кратные и поверхностные интегралы	3 (начальный)
			Тема 8. Теория поля	3 (начальный)

**Показатели и критерии оценивания компетенций,
описание шкал оценивания**

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Показатель оценивания (знания, умения, навыки)	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1.	УК-1	знать: основные понятия и методы математического анализа, в части дифференциального и интегрального исчисления, теории рядов; теории линейной алгебры; аналитической геометрии; теории дифференциальных	Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4, Тема 5, Тема 6, Тема 7, Тема 8	Фронтальные и индивидуальные опросы; контрольные работы; индивидуальные /домашние задания; промежуточная аттестация (экзамен)

	<p>уравнений; основные алгоритмы типовых численных методов решения математических задач.</p> <p>уметь: использовать методы математического анализа, аналитической геометрии, линейной алгебры, теории функций комплексного переменного;</p> <p>использовать основные приёмы обработки экспериментальных данных.</p> <p>владеть:</p> <p>математическими понятиями и символами для выражения количественных и качественных отношений,</p> <p>математическими методами и алгоритмами в приложениях к техническим наукам.</p>	
--	---	--

Фонды оценочных средств по дисциплине «Математика»

Вопросы для фронтальных и индивидуальных опросов:

Тема 1. Линейная алгебра.

1. Какие системы линейных алгебраических уравнений называются определенными, неопределенными, несовместными?
2. Какой является квадратная система линейных алгебраических уравнений, если ее определитель равен нулю?
3. Какой должна быть система линейных алгебраических уравнений, чтобы ее можно было решать методом Крамера?
4. Система линейных алгебраических уравнений решается методом Гаусса. Как узнать, что она определенная, неопределенная, несовместная?
5. Что такое матрица? Какими могут быть матрицы?
6. Какие матрицы можно перемножать? Как они перемножаются?
7. Что такое определитель второго порядка?
8. Что такое определитель третьего порядка?
9. Что такое минор элемента a_{ij} определителя?
10. Что такое алгебраическое дополнение элемента a_{ij} определителя?
11. Что значит разложить определитель по элементам строки или столбца?
12. Какая матрица называется обратной по отношению к данной квадратной матрице?

13. Как записать крамеровскую систему линейных алгебраических уравнений в матричной форме?

14. Как построить обратную матрицу для данной квадратной матрицы с определителем, отличным от нуля?

15. Что такое вектор? его длина? орт вектора?

16. Сформулируйте свойства операции сложения векторов.

17. При каких условиях: 1) $|\vec{a} + \vec{b}| = |\vec{a}| + |\vec{b}|$? 2) $|\vec{a} + \vec{b}| = |\vec{a}| - |\vec{b}|$?

18. Какие несколько векторов называются линейно зависимыми? линейно независимыми?

19. Как геометрически располагаются пара или тройка векторов линейно зависимых векторов? линейно независимых векторов?

20. Что такое базис некоторого множества векторов? координаты вектора в выбранном базисе?

21. Сформулируйте правило сложения двух векторов, заданных разложениями в некотором базисе.

22. Сформулируйте понятие прямоугольного базиса и прямоугольной декартовой системы координат.

23. Что такое скалярное, векторное и смешанное произведение \times векторов? Как их вычислять? Перечислите их свойства и геометрический смысл.

Тема 2. Аналитическая геометрия.

24. Что такое алгебраическая линия? Сформулируйте теорему об инвариантности порядка алгебраической линии.

25. Напишите равенства, выражающие условия параллельности и перпендикулярности двух прямых на плоскости.

26. Почему плоскости и только они называются поверхностями 1-го порядка?

27. Что такое эллипс? Сформулируйте свойство фокальных радиусов точки эллипса. Найдите координаты центра симметрии, полуоси.

28. Какие прямые называются асимптотами гиперболы? Напишите уравнения асимптот гиперболы $4x^2 - 9y^2 = 36$.

29. Прямая L задана уравнением с угловым коэффициентом $y = kx + b$. Поясните геометрический смысл k и b .

30. Прямые L_1 и L_2 заданы уравнениями $L_1: y = k_1x + b_1$, $L_2: y = k_2x + b_2$. Напишите условия параллельности и перпендикулярности этих прямых.

31. Как геометрически объяснить, что система уравнений

$$\begin{cases} A_1x + B_1y + C_1 = 0 \\ A_2x + B_2y + C_2 = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} A_1x + B_1y + C_1 = 0 \\ A_2x + B_2y + C_2 = 0 \end{cases}$$

является несовместной? совместной и неопределённой? совместной и определенной?

32. При каком условии плоскость и прямая в пространстве параллельны? перпендикулярны?

33. Напишите условие перпендикулярности прямых в пространстве.

34. Напишите общее уравнение плоскости. Каков геометрический смысл коэффициентов уравнения?

35. Напишите уравнение плоскости, проходящей через 3 заданные точки $M_1(x_1; y_1; z_1)$, $M_2(x_2; y_2; z_2)$, $M_3(x_3; y_3; z_3)$.

36. Запишите уравнение плоскости, проходящей через данную точку $M_0(x_0; y_0; z_0)$ перпендикулярно вектору $\vec{n} = (A; B; C)$.

37. Что такое эллипсоид? Какими линиями являются его сечения координатными плоскостями в прямоугольной декартовой системе координат?

38. В каком случае эллипсоид называется эллипсоидом вращения? При вращении какой фигуры и вокруг какой оси он образуется?

39. Какой симметрией обладают однополостный и двуполостный гиперболоиды, параболоиды и почему?

40. Написать уравнения линий, образующихся в сечении координатными плоскостями гиперболоидов и параболоидов, заданных каноническими уравнениями. Нарисовать эти линии.

Тема 3. Математический анализ.

41. Какое числовое множество называется ограниченным сверху?

42. Какое числовое множество называется ограниченным снизу?

43. Какое числовое множество называется ограниченным снизу?

44. Что называется точной верхней границей числового множества?

45. Что называется точкой нижней границей числового множества?

46. Что называется модулем действительного числа?

47. При каких условиях $|x + y| = |x| + |y|$.

48. При каких условиях $|x + y| = -|x| + |y|$.

49. Напишите неравенства, связывающие модуль суммы и разности двух чисел с суммой и разностью их модулей.

50. Изобразите график функции $y = \text{sign } x$.

51. Изобразите график функции $y = [x]$ – целая часть числа x .

52. Сформулируйте теорему о пределе ограниченной монотонной функции(последовательности).

53. Дайте определение понятия $\lim_{x \rightarrow a} f(x) = A$ на языке $\delta - \varepsilon$.

54. Дайте определение понятия $\lim_{x \rightarrow a} f(x) = A$, используя понятие бесконечно малой функции при $x \rightarrow a$.

55. Сформулируйте теорему о сжатой переменной.

56. Сформулируйте теорему о предельном переходе в неравенстве.

57. Сформулируйте теорему об ограниченности функции, имеющей предел при $x \rightarrow a$.

58. Сформулируйте теоремы о пределах суммы, произведения и частного функций.

59. Сформулируйте определение понятия $\lim_{x \rightarrow a^+} f(x) = A$ на языке $\delta - \varepsilon$.

60. Сформулируйте определение понятия $\lim_{x \rightarrow a^-} f(x) = A$ на языке $\delta - \varepsilon$.

61. Дайте определение понятия $\lim_{x \rightarrow +\infty} f(x) = A$.

62. Дайте определение понятия $\lim_{x \rightarrow -\infty} f(x) = A$.

63. Дайте определение понятия $\lim_{x \rightarrow \infty} f(x) = A$.

64. Напишите первый замечательный предел и пределы, связанные с ним.

65. Напишите второй замечательный предел и пределы, связанные с ним.

66. Дайте определение понятия $\lim_{x \rightarrow a} f(x) = +\infty$.

67. 27. Дайте определение понятия $\lim_{x \rightarrow a} f(x) = \infty$.

68. Используя определение производной, найдите $y'(4)$, если $y = \sqrt{x}$.

69. Геометрический смысл производной. Напишите уравнение касательной к графику функции $y = \text{arctg } x$ в точке $x = 1$.

70. Найдите углы, под которыми пересекаются линии $x^2 + y^2 = 8$, $y^2 = 2x$.

71. Приведите пример функции, график которой имеет в некоторой точке вертикальную касательную.

72. Найдите $f'_-(1)$ и $f'_+(1)$, если $f(x) = |x - 1|e^x$. Существует ли $f'(1)$?

73. Найдите y'_x , если: а) $y = \ln(x + \sqrt{a^2 + x^2})$; б) $y = \operatorname{arctg} \operatorname{th}(x)$.

74. Что можно сказать о дифференцируемости суммы функций $f(x) + g(x)$ в точке $x = x_0$, если, в этой точке: а) функция $f(x)$ дифференцируема, а функция $g(x)$ не дифференцируема? б) обе функции $f(x)$ и $g(x)$ не дифференцируемы?

75. Используя определение, покажите, что функция $y = x^2 - 2x$ дифференцируема в точке $x = 2$ и найдите её дифференциал в этой точке.

76. Является ли непрерывность функции в данной точке достаточным условием дифференцируемости? Ответ обосновать с помощью примера.

77. Для каких функций дифференциал равен приращению? Приведите пример.

78. Сформулируйте, в чём состоит геометрический и физический смысл дифференциала.

79. Что понимается под инвариантностью формы первого дифференциала?

80. Используя формулу для вычисления дифференциала, найдите dy , если $y = x \cdot \sin x + \cos x$.

81. Пусть $y = \sin x$, $x = \cos t$. Какие из следующих равенств справедливы: $dy|_{t=\frac{\pi}{2}} = 0$; $dy|_{t=\frac{\pi}{2}} = dx$; $dy|_{t=\frac{\pi}{2}} = -dt$?

82. Может ли существовать $f''(x_0)$, если не существует $f'(x_0)$?

83. Найдите $f^{(n)}(x)$, если $f(x) = \ln x \cdot x$.

84. Вычислите, используя правило Лопиталя:

а) $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{x \cdot \cos x - \sin x}{x^3}$; б) $\lim_{x \rightarrow +0} x^{4+\ln x}$.

85. Напишите формулу Тейлора для функции $f(x)$ с остаточным членом в форме:
а) Пеано; б) Лагранжа.

86. Разложите функцию $f(x) = \ln \cos x$ по формуле Маклорена до членов с x^4 .

87. С помощью формулы Маклорена или канонических разложений получите приближённую формулу (ограничиваясь членами порядка x^2) для функций:
а) $y = \sqrt{1+x}$, $x \rightarrow 0$, $|x| < 1$; б) $y = \ln(1+3x)$, $x \rightarrow 0$, $|x| < 1/3$.

88. Найдите числа a и b такие, что $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{e^{ax} - \sqrt{1+bx}}{x^2} = 1$.

89. Исследуйте функции и постройте их графики:
а) $y = \frac{(x-2)^2(x+4)}{4}$; б) $y = \frac{x}{x^2-4}$; в) $y = \sqrt[3]{1-x^2}$.

90. Какой из конусов, описанных около данного шара радиуса R , имеет наименьший объём?

91. Какая функция называется первообразной по отношению к функции $f(x)$, заданной на данном промежутке?

92. Чем отличаются две первообразные функции для одной и той же функции на одном и том же промежутке?

93. В чём состоит свойство линейности для неопределенного интеграла?

94. Запишите формулу интегрирования по частям в неопределенном интеграле.

95. Какую подстановку нужно выполнить для рационализации интеграла $\int R(\sqrt[3]{x}, \sqrt[4]{x}) dx$?

96. Укажите рационализирующую подстановку для интеграла $\int R\left(x, \sqrt[n]{\frac{\alpha x + \beta}{\gamma x + \delta}}\right) dx$.

97. Какой интеграл называется неберущимся?
98. Сформулируйте достаточное условие существования первообразной.
99. Чему равен $\int F'(x) dx$? $\int dF(x)$?
100. Чему равна производная неопределенного интеграла?
101. Покажите, что функции $F_1(x) = -\frac{1}{2}\cos 2x$; $F_2(x) = \sin^2 x$ являются первообразными одной и той же функции на числовой оси.
102. Докажите справедливость формулы для табличного интеграла $\int x^n dx$; ($n \neq -1$).
103. Докажите справедливость формулы для табличного интеграла $\int \frac{dx}{a^2+x^2}$.
104. Вычислите интеграл $\int \frac{dx}{x^2+px+q}$; ($q - \frac{p^2}{4} > 0$), сведя его к табличному.
105. Вычислите интеграл $\int \frac{dx}{x^2+px+q}$; ($q - \frac{p^2}{4} < 0$), сведя его к табличному.
106. Вычислите интеграл $\int \frac{dx}{\sqrt{x^2+px+q}}$, сведя его к табличному.
107. Вычислите с помощью интегрирования по частям $\int x \cdot \sin ax dx$.
108. Запишите интегральную сумму, составленную для функции $f(x)$ на промежутке $[a; b]$. Объясните смысл величин, входящих в формулу.
109. Какой геометрический смысл имеет определенный интеграл $\int_a^b f(x) dx$, где $f(x)$ - непрерывная неотрицательная функция?
110. Сформулируйте достаточные условия интегрируемости функции $f(x)$ на конечном промежутке $[a, b]$.
111. Какая функция называется интегрируемой на промежутке $[a, b]$?
112. Чему равен $\int_a^b F'(x) dx$? $\int_a^b dF(x)$?
113. Сформулируйте необходимое условие интегрируемости функции на промежутке $[a, b]$.
114. Чему равен определенный интеграл от нечетной функции по симметричному промежутку $[-a; a]$?
115. Если пределы интегрирования поменять местами, то как изменится величина интеграла? Выразите это свойство формулой.
116. Сформулируйте свойство линейности определенного интеграла.
117. Сформулируйте свойство, связывающее знаки функции и определенного интеграла на промежутке $[a, b]$.
118. Сформулируйте свойство об интегрировании неравенства между функциями на промежутке $[a, b]$.
119. Сформулируйте свойство об оценке модуля определенного интеграла.
120. Сформулируйте теорему о среднем для определенного интеграла от непрерывной функции.
121. Запишите формулу Ньютона – Лейбница.
122. Приведите геометрическую интерпретацию теоремы о среднем для определенного интеграла.
123. Что такое среднее (интегральное) значение функции $f(x)$ на промежутке $[a, b]$?
124. Сформулируйте определение несобственного интеграла 1-го рода с бесконечным верхним пределом от непрерывной функции.
125. Сформулируйте определение несобственного интеграла 1-го рода с бесконечным нижним пределом от непрерывной функции.

126. Какой несобственный интеграл называется абсолютно сходящимся?
127. Укажите, для каких значений параметра p интеграл $\int_a^{+\infty} \frac{dx}{x^p}$, ($a > 0$) является сходящимся, а для каких значений – расходящимся
128. Запишите формулы, выражающие свойство линейности для несобственного интеграла с бесконечным верхним пределом.
129. Сформулируйте признак сравнения в конечной форме на примере несобственных интегралов 1-го рода с бесконечным верхним пределом.
130. Что такое полный дифференциал функции $z = f(x, y)$?
131. Запишите формулу, определяющую частную производную функции $z = f(x, y)$ по переменной u в точке $M_0(x_0, y_0)$.
132. Какая функция двух аргументов называется дифференцируемой?
133. Запишите формулу, выражающую полный дифференциал функции $z = f(x, y)$ через её частные производные.
134. Запишите формулу, выражающую второй полный дифференциал функции $z = f(x, y)$ через её частные производные.
135. Как соотносятся между собой свойства непрерывности и дифференцируемости функции двух переменных?
136. Какая функция $z = f(x, y)$ называется непрерывной в точке $M_0(x_0, y_0)$?
137. Как определяется евклидово расстояние $\rho(M_1, M_2)$ между двумя точками $M(x_1^{(1)}, \dots, x_m^{(1)})$ и $M(x_1^{(2)}, \dots, x_m^{(2)})$ m -мерного пространства?
138. Какая точка множества E называется внутренней? граничной?
139. Что такое δ -окрестность точки $M_0(x_1^{(0)}, x_2^{(0)}, \dots, x_m^{(0)})$?
140. Какое множество E называется ограниченным? замкнутым? связным?
141. Сформулируйте определение предела функции $f(M) = f(x, y)$ в точке $M_0(x_0, y_0)$.
142. Сформулируйте теорему о равенстве вторых смешанных производных функции $z = f(x, y)$.
143. Как соотносятся между собой свойства дифференцируемости и существования первых частных производных функции $z = f(x, y)$?
144. Сформулируйте определение производной функции
145. $u = f(M) = f(x, y, z)$ по направлению вектора \vec{l} .
146. Запишите формулу, выражающую производную функции $u = f(x, y, z)$ по направлению вектора $\vec{l}^0 = (\cos\alpha, \cos\beta, \cos\gamma)$ через частные производные функции u .
147. Запишите формулу, связывающую $\text{grad } u$ и производную $\frac{\partial u}{\partial l}$ в заданной точке скалярного поля u .
148. Как связаны направления наибольшего роста функции $u = f(x, y, z)$ с вектором $\text{grad } u$ в рассматриваемой точке $M(x, y, z)$?
149. Выразите $\max \frac{\partial u}{\partial l}$ и $\min \frac{\partial u}{\partial l}$ через $\text{grad } u$ в заданной точке скалярного поля u .
150. Запишите формулу для производной $\frac{\partial z}{\partial y}$ сложной функции $z = z(u, v)$, $u = u(x, y)$, $v = v(x, y)$.
151. Запишите формулу для производной $\frac{dy}{dx}$ неявной функции, заданной уравнением $F(x, y) = 0$.

152. Запишите формулы для производных $\frac{\partial z}{\partial x}$, $\frac{\partial z}{\partial y}$ неявной функции, заданной уравнением: $F(x, y, z) = 0$.

153. Сформулируйте определение локального максимума (локального минимума) функции $z = f(x, y)$ в точке $M_0(x_0, y_0)$.

154. Сформулируйте необходимые условия, а также достаточные условия экстремума функции $z = f(x, y)$.

155. Сформулируйте правило отыскания наибольшего и наименьшего значений функции $z = f(x, y)$ в ограниченной замкнутой области.

156. Что такое стационарная точка функции $z = f(x, y)$?

157. Сформулируйте определение условного максимума функции $u = f(M)$ при связи $\varphi(M) = 0$ (рассмотрите случай двух или трех переменных).

158. Сформулируйте необходимые условия условного экстремума функции $u = f(M)$ при связи $\varphi(M) = 0$ по методу Лагранжа (рассмотрите случай двух или трех переменных).

159. Сформулируйте теорему Вейерштрасса об ограниченности функции, непрерывной в замкнутой ограниченной области.

160. Сформулируйте теорему Вейерштрасса о существовании наибольшего и наименьшего значений функции, непрерывной в замкнутой ограниченной области.

Тема 4. Комплексный анализ.

161. Дайте определение множества \mathbb{C} комплексных чисел. Какие геометрические интерпретации этого множества вам известны?

162. Пусть $z_1 = 1 + i$, $z_2 = -4 + 3i$. Найти $z_1 + z_2$, $z_1 - z_2$, $(z_1 + z_2)(z_1 - z_2)$, $\frac{z_1}{z_2}$.

163. Что называют модулем комплексного числа $z = x + iy$?

164. Что называют аргументом комплексного числа $z = x + iy$, $z \neq 0$? Что такое тригонометрическая форма этого числа?

165. Числа $z_1 = 1 - i\sqrt{3}$, $z_2 = (1 - i)/(1 + i)$, $z_3 = 1 + \cos(\pi/7) + i\sin(\pi/7)$ записать в тригонометрической форме.

166. Используя формулу Муавра, записать в алгебраической форме числа $z_1 = ((1 + i\sqrt{3})/(1 - i))^{20}$, $z_2 = (1 + i)^5/(1 - i)^3$.

167. Найти все значения следующих выражений: а) $\sqrt{-1 + i\sqrt{3}}$; б) $\sqrt[4]{2\sqrt{3} + 2i}$.

168. $z_1 = 1 - i\sqrt{3}$, $z_2 = \sqrt{3} + i$. Записать в алгебраической форме числа $z_1 \cdot \bar{z}_2$; $(\bar{z}_1/z_2)^2$.

169. Числа z_1 , z_2 и z_3 записать в показательной форме.

170. Что такое корень алгебраического многочлена $P_n(z)$? Что называют кратностью корня? Определите кратность корня $a = 1$ многочлена $P_4(z) = z^4 - (2 - i)z^3 + (3 + 2i)z^2 - (4 + i)z + 2$.

171. Числа $a_1 = 1$, $a_2 = -i$, $a_3 = 2i$ – все попарно различные корни многочлена $P(z)$, причем a_1 – корень кратности 2, а a_2 и a_3 – простые корни. Запишите разложение $P(z)$ на линейные множители, если его старший коэффициент $p_0 = 1$; найдите его другие коэффициенты.

172. В чем состоит свойство корней вещественного многочлена? Число $a_1 = -1 + i$ является корнем многочлена $P_4(z) = z^4 + 4z^3 + 11z^2 + 14z + 10$; найти остальные корни $P_4(z)$, записать его разложение на вещественные множители первой и второй степени.

173. Что такое рациональная алгебраическая дробь? Приведите примеры.
174. Какую рациональную дробь называют правильной? неправильной? Дробь $\frac{z^5}{z^4 + 5z^2 + 4}$ представьте в виде суммы алгебраического многочлена и правильной дроби.
175. Какие дроби называют элементарными рациональными алгебраическими дробями? Дробь $1/(x^3 + 1)$ разложите в сумму элементарных дробей.

Тема 5. Дифференциальные уравнения.

176. Каков геометрический смысл уравнения $y' = f(x, y)$. Написать уравнение касательной к интегральной кривой уравнения $y' = x^2 y^2$ в точке $M_0(1, 2)$.

177. Дайте определение изоклины дифференциального уравнения $y' = f(x, y)$. Изоклины уравнения $y' = x^2/y$ есть: А) окружности; В) прямые; С) параболы; D) гиперболы; E) эллипсы; F) нет прав. ответа.

178. Дано уравнение $y' = x^2 - 2x + y$. Напишите уравнение линии возможных точек экстремумов его интегральных кривых. Сделайте чертёж.

179. Сформулируйте теорему Коши для уравнения $y' = f(x, y)$. Пусть Ω – область, в которой выполнены её условия этого уравнения. Какие из последующих утверждений справедливы: А) его интегральные кривые могут иметь разрывы 1-го рода в Ω ; В) интегральные кривые могут иметь угловой экстремум в Ω ; С) интегральные кривые могут пересекаться в Ω ; D) интегральные кривые могут быть прямыми линиями; E) нет правильного утверждения? Ответ обосновать.

180. Решите задачу Коши: $(1 + y^2)dx + xydy = 0; y(1) = 1$.

181. Найдите все решения уравнения $xy' = y + \sqrt{y^2 - x^2}$.

182. Найдите общие решения (интегралы) уравнений:

183. а) $xy' - 2y = x^3 \cos x$; б) $3y' + y = 1/y^2$; в) $(x^3 + xy^2)dx + (x^2y + y^3)dy = 0$.

184. Найдите все линии, у которых отрезок касательной между точкой касания и осью абсцисс делится пополам в точке пересечения с осью ординат. Указание: Используйте уравнение касательной к кривой.

185. Сформулируйте теорему Коши для уравнения $y'' = f(x, y, y')$. Каков геометрический смысл начальных условий $y(0) = -1, y'(0) = 1$ для этого уравнения? Изобразите приближенно интегральную кривую в окрестности начальной точки, считая для определенности $y'' > 0$ в этой окрестности.

186. Найти значение α , при котором функция $y = x^2$ является решением уравнения $x(x-1)y'' - (2x-1)y' + \alpha y = 0$.

187. Дано уравнение: $y''' + xy'' = 2y'$. С помощью какой подстановки можно понизить его порядок? Напишите общий вид таких уравнений.

188. Найдите общие решения уравнений методом понижения порядка: а) $y'' = \ln x$; б) $y'' = \frac{y'}{x} + x$.

189. Решите задачу Коши: $yy'' = (y')^2 - (y)^3; y(1) = 1, y'(1) = 1$.

190. Как с помощью фундаментальной системы решений $y_1(x), \dots, y_n(x)$ записать общее решение уравнения $L[y] = 0$? Почему нулевое решение не может входить в фундаментальную систему решений уравнения $L[y] = 0$?

191. Дано уравнение: $y'' - 5y' + \alpha y = 0$. При каком значении α число 3 будет корнем его характеристического уравнения? Найти общее решение данного дифференциального уравнения при найденном значении α .

192. Линейное однородное дифференциальное уравнение 3-го порядка с постоянными коэффициентами имеет частные решения: 1, $\sin 3x$. Это уравнение может иметь вид: А) $y''' - 9y = 0$; В) $y''' - 9y' = 0$; С) $y''' + 9y = 0$; Д) $y''' + 9y' = 0$; Е) нет правильного ответа.

193. Решите линейное уравнение $y'' - 2y' + y = e^x/x$ методом вариации произвольных постоянных.

194. Найдите общее решение линейного неоднородного уравнения методом неопределённых коэффициентов: $y'' - y = 2e^x - x^2$.

195. Найдите частное решение линейного неоднородного уравнения $y'' + y = 4e^x$, удовлетворяющее начальным условиям $y(0) = 4$, $y'(0) = -3$, методом неопределённых коэффициентов.

196. Найдите общее решение системы дифференциальных уравнений

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = 2x + y, \\ \frac{dy}{dt} = 3x + 4y. \end{cases}$$

197. Точка с массой m движется прямолинейно. На неё действует сила, пропорциональная кубу времени, истекшему от момента, когда скорость была равна v (коэффициент пропорциональности равен k). Кроме того, на точку действует сила сопротивления среды, пропорциональная произведению скорости и времени (коэффициент пропорциональности равен k_1). Найдите зависимость скорости от времени. Указание: примените 2-й закон Ньютона.

Тема 6. Теория рядов.

198. Дайте понятие числового ряда, его суммы. Найдите сумму ряда $\sum_{n=1}^{\infty} (7/8)^n$.

199. Сформулируйте необходимый признак сходимости числового ряда. С его помощью покажите, что ряд $\sum_{n=1}^{\infty} (1 + 1/n)^n$ расходится.

200. Используя простейшие свойства числовых рядов найдите сумму ряда $\sum_{n=1}^{\infty} \left(\frac{1}{3^n} - \frac{1}{4^n}\right)$.

201. Даны ряды с положительными членами: $\sum_{n=1}^{\infty} a_n$ (1) и $\sum_{n=1}^{\infty} b_n$ (2), $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{a_{n+1}}{a_n} = \frac{1}{2}$. С помощью признаков сходимости знакоположительных рядов установите какое из нижеследующих утверждений справедливо: А) ряд (2) сходится, если $b_n = na_n$; Б) ряд (2) расходится, если $b_n > a_n$, $n \geq 10$; С) ряд (2) расходится, если $b_n = 3^n a_n$; Д) ряд (2) сходится, если $\lim_{n \rightarrow \infty} b_n = 1$.

202. Что такое знакочередующийся ряд? знакопеременный ряд? абсолютная и условная сходимость знакопеременного ряда? Сформулируйте признак Лейбница. Какие из перечисленных ниже рядов условно сходятся: А) $\sum_{n=2}^{\infty} \frac{\cos \pi n}{n \ln n}$; Б) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n}{n^2}$; В) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n}{\sqrt{n}}$.

203. Дайте понятие функционального ряда, его области сходимости. Найдите области сходимости функциональных рядов: а) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{2^n}{(x+3)^n}$; б) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n \sqrt{x}}$; в) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n}{n^x}$; г) $\sum_{n=1}^{\infty} n^{1+x-x^2}$.

204. Дайте понятие мажорируемого функционального ряда. Найдите все значения x , при которых ряд $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sin nx}{n^2}$ сходится абсолютно.

205. Сформулируйте свойства мажорируемых функциональных рядов. Можно ли почленно дифференцировать ряд $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sin n^2 x}{n^2 + 1}$? Ответ обосновать.

206. Что такое степенной ряд? Ряд $\sum_{n=1}^{\infty} a_n x^n$ расходится в точке $x_0 = -2$. С помощью теоремы Абеля установите, какое из следующих утверждений справедливо: А) этот ряд сходится абсолютно в точке $x_1 = -1$; Б) этот ряд сходится в точке $x_2 = 0$; В) этот ряд расходится в точке $x_3 = 3$; Г) нет правильного ответа.

207. Найдите области сходимости степенных рядов: а) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{x^n}{n^2 2^n}$; б) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(x-2)^n}{n 3^n}$; в) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(x-1)^{2n}}{n 4^n}$.

208. Что значит разложить функцию в степенной ряд? Зависят ли коэффициенты такого разложения от способа его получения? Ряды Тейлора и Маклорена. Разложив в ряд Маклорена функцию $f(x) = x/(1+x^2)$, найдите $f^{(2n+1)}(0)$.

209. Разложите функцию в ряд по степеням x и укажите область сходимости полученного ряда: а) e^{-x^2} ; б) $\ln(x^2 + 3x + 2)$; в) $\int_0^x \frac{\sin 2t}{t} dt$.

210. Разложите функцию $y = \operatorname{tg} x$ в ряд Тейлора по степеням $(x - \pi/4)$, выписав первые 3 члена, отличные от нуля.

211. Вычислите приближённо с точностью до 10^{-3} , оценив погрешность по признаку Лейбница для знакочередующегося ряда: $\int_0^{0.5} e^{-x^2} dx$.

212. Выпишите два первых, отличных от нуля члена разложения в ряд по степеням x решения уравнения $y'' = 2xy' + 4y$, удовлетворяющего начальным условиям $y(0) = 0$, $y'(0) = 1$.

213. Какие из следующих пар функций $f(x)$ и $g(x)$ ортогональны на промежутке $[-1, 1]$: а) $f(x) = x$ и $g(x) = x^3 - 1$; б) $f(x) = x$ и $g(x) = x^2 - 1$; в) $f(x) = x^2$ и $g(x) = x^2 - 1$?

214. Сформулируйте условия Дирихле разложимости функции в ряд Фурье на промежутке $[-\pi, \pi]$.

215. Напишите формулы для коэффициентов ряда Фурье функции $f(x)$, разложенной в этот ряд в промежутках: а) $[-\pi, \pi]$; б) $[-l, l]$.

216. Напишите ряд Фурье нечётной функции $f(x)$, заданной на промежутке $[-\pi, \pi]$.

217. Функция $f(x)$ в промежутке $[0, \pi]$ разложена в ряд Фурье а) по косинусам; б) по синусам. Напишите формулы для коэффициентов обоих рядов.

218. Функция $f(x) = -1 - x^2$ в промежутке $[-2, 0]$ разложена в ряд Фурье по синусам. Напишите формулы для коэффициентов ряда. Постройте график суммы этого ряда.

219. Разложите в ряд Фурье функцию $y = |x|$ в промежутках: а) $[-\pi, \pi]$; б) $[0; 2\pi]$; в) $[-1; 1]$. Постройте графики функции и сумм этих рядов.

220. Разложите в ряд Фурье функцию $y = \frac{\pi}{4} - \frac{x}{2}$ в промежутке $[0; \pi]$: а) по синусам; б) по косинусам. Постройте графики функции и сумм рядов.

Тема 7. Кратные и поверхностные интегралы.

221. Интегрируема ли функция $1/(x - y)$ по квадрату $0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1$?

222. Не вычисляя интеграла $\iint_D \ln(1 - \sin(x + y)) dx dy$, установите его знак, если $D = \{(x, y): x \geq 0, y \geq 0, x + y \leq \pi/6\}$.

223. Сведите двойной интеграл $\iint_D f(x, y) dx dy$ к повторному двумя способами, если: а) (D) – область, ограниченная линиями $y = 3x^2$, $y = 6 - 3x$; б) (D) – трапеция с вершинами $(-1, 4)$, $(5, 4)$, $(1, 1)$, $(4, 1)$.

224. Измените порядок интегрирования в интеграле: $\int_{-2}^{-1} dx \int_{-\sqrt{-x^2-2x}}^0 f(x, y) dy + \int_{-1}^0 dx \int_x^0 f(x, y) dy$ и.

225. Найдите среднее значение $f(x, y) = x + 2y$ по прямоугольнику, ограниченному прямыми $x = 1$, $y = 2$ и осями координат.

226. Изобразите на плоскости Oxy образ фигуры $G' = \{(r, \phi): 2 \leq r \leq 3, 0 \leq \phi \leq \pi/4\}$ при отображении $x = r\cos\phi$, $y = r\sin\phi$. Является ли это отображение взаимно однозначным?

227. Найдите площадь фигуры, ограниченной линиями: а) $xy = 4$, $x + y = 5$; б) $(x^2 + y^2) = 8xy$, $x^2 + y^2 = 1$ ($x^2 + y^2 \leq 1$).

228. Найдите объём тела, ограниченного поверхностями $z = \ln(1 + x^2 + y^2)$, $z = 0$, $x^2 + y^2 = 2$.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «фронтальный и индивидуальный опрос»

Шкала оценивания	Критерий оценивания
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объёме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы

Типовые варианты контрольных работ:

Тема 1. Линейная алгебра.

Вариант № 0

1. Решить систему линейных уравнений методом Крамера

$$\begin{cases} 3x_1 + 2x_2 + x_3 = 5 \\ 2x_1 + 3x_2 + x_3 = 1 \\ 2x_1 + x_2 + 3x_3 = 11 \end{cases}$$

2. Вычислить определитель

$$\begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 3 & 6 & 10 \\ 1 & 4 & 10 & 20 \end{vmatrix}$$

3. Решить систему линейных уравнений матричным методом

$$\begin{cases} 1x_1 - 2x_2 + 3x_3 = 6 \\ 2x_1 + 3x_2 - 4x_3 = 20 \\ 3x_1 - 2x_2 - 5x_3 = 6 \end{cases}$$

4. Найти матрицу, обратную к данной

$$\begin{pmatrix} 2 & 1 & 1 \\ 5 & 1 & 3 \\ 2 & 1 & 2 \end{pmatrix}$$

5. Решить систему линейных уравнений методом Гаусса

$$\begin{cases} 4x_1 - 3x_2 + 2x_3 = 9 \\ 2x_1 + 5x_2 - 3x_3 = 4 \\ 5x_1 + 6x_2 - 2x_3 = 18 \end{cases}$$

Тема 2. Аналитическая геометрия.

Вариант № 0

Даны координаты вершин пирамиды $ABCD$:

$$A = \begin{pmatrix} 2 \\ -3 \\ 1 \end{pmatrix} \quad B = \begin{pmatrix} 6 \\ 1 \\ -1 \end{pmatrix} \quad C = \begin{pmatrix} 4 \\ 8 \\ -9 \end{pmatrix} \quad D = \begin{pmatrix} 2 \\ -1 \\ 2 \end{pmatrix}$$

Найти:

- 1) длины ребер AB , AC , AD ;
- 2) угол между ребрами AB и AC ;
- 3) угол между ребром AD и основанием ABC ;
- 4) Вычислить площадь основания ABC ;
- 5) Вычислить объем пирамиды $ABCD$;
- 6) Зная объём пирамиды и площадь её основания ABC , найти высоту h пирамиды $ABCD$;
- 7) Найти уравнение плоскости основания ABC , которая проходит через точки A , B и C .
- 8) Составить канонические уравнения прямой, которая проходит через вершину D перпендикулярно к плоскости основания Q ;
- 9) Найти точку K пересечения полученной прямой с плоскостью основания Q ;
- 10) Найти расстояние от вершины D пирамиды до плоскости основания Q и сравнить полученный результат с длиной вектора DK .

Тема 3. Математический анализ («Введение в математический анализ», семестр 1).

Вариант № 0

1. Найти область определения заданных функций.

$$y = \sqrt{\frac{x+2}{1-3x}} + \frac{1}{x^2}$$

$$y = \frac{\ln(1+x)}{x-1}$$

2. Найти пределы.

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{3x^5 + 2x^4 - 3x + 1}{2x^3 + 4x^2 + 3x - 8}$$

$$\lim_{x \rightarrow 3} \frac{2x^2 - 7x + 3}{x^2 - 8x + 15}$$

3. Используя замечательные пределы, вычислить:

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{1 - \cos 3x}{3x^2}$$

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \left(\frac{3x+3}{3x+5} \right)^{2x+4}$$

4. Найти пределы, используя эквивалентные бесконечно малые функции.

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\ln(1+3x^2)}{x^3 - 5x^2}$$

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{(e^{5x} - 1)}{x}$$

5. Исследовать функцию на непрерывность, найти точки разрыва функции и установить их характер. Сделать схематический чертеж.

$$f(x) = 2^{\frac{1}{x-3}} + 1$$

$$\begin{cases} x+4; & x < -1 \\ x^2+2; & -1 \leq x < 1 \\ 2x; & x \geq 1 \end{cases}$$

Тема 3. Математический анализ («Неопределенный интеграл», семестр 2).

Вариант № 0

1. Найти неопределенный интеграл, используя таблицу и его основные свойства.

$$\int \left(x^{\frac{3}{4}} + 5x\sqrt{x} + \sqrt[3]{x} - \frac{1}{\sqrt[3]{x^2}} \right) dx$$

$$\int \frac{4dx}{x-4}$$

2. Найти неопределенный интеграл, используя метод формирования специального выражения под знаком дифференциала.

$$\int (x^2 - 3)^4 2x dx$$

$$\int \sqrt{x^2 - 3x + 5} (2x - 3) dx$$

3. Найти неопределенный интеграл, используя метод замены переменных и метод интегрирования по частям

$$\int (4^{2x} - x^2 5^{x^3}) dx$$

$$\int \frac{\ln x}{x^2} dx$$

4. Найти неопределенный интеграл от дробно-рациональной функции

$$\int \frac{(8x^3 + 2x^2 + 4x - 1) dx}{x - 1}$$

$$\int \frac{12}{x^2 + 7x + 15} dx$$

5. Найти неопределенный интеграл от тригонометрических функций

$$\int \sin 2x \cdot \cos 4x dx$$

$$\int \cos \frac{2-5x}{3} \sin \frac{\pi}{3} dx$$

Тема 3. Математический анализ («Определенный интеграл», семестр 2).

Вариант № 0

1. Вычислить определенный интеграл:

$$\int_0^1 \frac{x^2 + 1}{(x^3 + 3x + 1)^2} dx$$

2. Вычислить площадь фигуры, ограниченную линиями:

$$\begin{aligned} y &= x^2, & \begin{cases} x = 8\cos^3 t \\ y = 2\sin^3 t \end{cases} & \rho = 2\cos 2\varphi, \\ y &= 2 - x^2 & 0 \leq t \leq \frac{\pi}{2} & 0 \leq \varphi \leq \frac{\pi}{2} \end{aligned}$$

3. Вычислить длину дуги кривой:

$$\begin{aligned} y &= -\ln(\cos x), & \begin{cases} x = 3(t - \sin t) \\ y = 3(1 - \cos t) \end{cases} & \rho = 2\cos\varphi, \\ 0 \leq x \leq \frac{\pi}{6} & & \frac{\pi}{2} \leq t \leq \pi & 0 \leq \varphi \leq \frac{\pi}{3} \end{aligned}$$

4. Вычислить объем (задача а) и площадь поверхности вращения (задача б) тела, полученного вращением заданной фигуры вокруг оси Ox :

а) $y = x^3, y = \sqrt{x}$.

б) $y = 1 - x; x = 0; x = 1$

5. Вычислить несобственный интеграл или установить его расходимость

$$\int_0^{\infty} xe^{-x^2} dx$$

Тема 5. Дифференциальные уравнения.

Вариант № 0

1. Найти общее решение или решить задачу Коши для дифференциальных уравнений с разделяющимися переменными:

$$xy' - y \ln y = 0 \quad y' = 2\sqrt{y}, \\ y(0) = 1.$$

2. Найти общее решение или решить задачу Коши для однородных дифференциальных уравнений первого порядка.

$$xy^2y' - (x^3 + y^3) = 0; \quad ydx + 2(\sqrt{xy} - x)dy = 0 \\ y(1) = 1$$

3. Найти общие решения линейных дифференциальных уравнений первого порядка:

$$y' + \operatorname{tg} xy = -\cos x; \quad y' + \frac{2y}{x} = \frac{e^{-x^2}}{x}.$$

4. Найти общее решение или решить задачу Коши для дифференциальных уравнений второго порядка, допускающих понижение порядка

$$y'' - \cos 6x = \frac{2}{\sqrt{x}}; \quad y'' - \frac{2x}{x^2 + 1}y' = 0;$$

5. Найти решения линейных дифференциальных уравнений второго порядка с постоянными коэффициентами

$$y'' + 2y' = 0; \quad y'' - 2y' - 3y = e^{4x};$$

Тема 6. Теория рядов.

Вариант № 0

1. Запишите формулу общего члена ряда.

$$\frac{2}{3} + \frac{4}{9} + \frac{6}{27} + \frac{8}{81} + \dots$$

2. Доказать расходимость ряда, пользуясь необходимым признаком сравнения.

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{3^n}{2n}$$

3. Исследовать ряд на сходимость, применяя достаточные признаки сходимости рядов.

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{3^n \cdot n!}{n^n}$$

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2^n} \left(\frac{n+1}{n} \right)^{n^2}$$

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{(n+1)\ln^5(n+1)}$$

4. Исследовать ряды на абсолютную сходимость.

$$\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \frac{3n+1}{7n^2-2}$$

5. Найти интервал сходимости степенного ряда.

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{n}{5^n} (x+2)^n$$

Тема 7. Кратные и поверхностные интегралы.

Вариант № 0

1. Изменить порядок интегрирования в повторном интеграле и сделать чертеж области интегрирования

$$\int_{-1}^0 dx \int_{-8x^2}^{-2x+6} f(x, y) dy$$

$$\int_{-2}^{-1} dy \int_{-\sqrt{2+y}}^0 f dx + \int_{-1}^0 dy \int_{-\sqrt{-y}}^0 f dx$$

2. Вычислить двойной интеграл по области D

$$\iint_D (12x^2y^2 + 16x^3y^3) dx dy;$$

$$D: x = 1, y = x^2, y = -\sqrt{x}.$$

$$\iint_D y e^{xy/2} dx dy;$$

$$D: y = \ln 2, y = \ln 3, x = 2, x = 4.$$

3. Вычислить интегралы, перейдя от декартовых координат к полярным:

$$\int_0^1 dx \int_0^{\sqrt{1-x^2}} \sqrt{\frac{1-x^2-y^2}{1+x^2+y^2}} dy$$

4. С помощью двойного интеграла вычислить площадь плоских фигур, ограниченных данными линиями

$$\begin{aligned} y^2 - 2y + x^2 &= 0, \\ y = 3/x, y = 4e^x, y &= 3, y = 4. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} y^2 - 4y + x^2 &= 0, \\ y = x/\sqrt{3}, y &= \sqrt{3}x. \end{aligned}$$

5. Пластиинка D задана неравенствами, μ - поверхностная плотность. Найти массу пластиинки.

$$D: x = 1, y = 0, y^2 = 4x (y \geq 0); \quad D: x^2 + y^2/4 \leq 1; \\ \mu = 7x^2 + y. \quad \mu = y^2.$$

6. Найти координаты центра тяжести плоских однородных пластин, ограниченных заданными линиями

$$x^2 + y^2 = 4, \quad x \geq 0, \quad y \geq 0$$

7. Вычислить тройной интеграл по области V

$$\iiint_V 2y^2 e^{xy} dx dy dz;$$

$$V: \begin{cases} x = 0, y = 1, y = x, \\ z = 0, z = 1. \end{cases}$$

$$\iiint_V x dx dy dz;$$

$$V: \begin{cases} y = 10x, y = 0, x = 1, \\ z = xy, z = 0. \end{cases}$$

8. С помощью тройного интеграла найти объем тела, ограниченного заданными поверхностями

$$y = 16\sqrt{2x}, y = \sqrt{2x}, \\ z = 0, x + z = 2.$$

$$x^2 + y^2 = 2y, \\ z = 5/4 - x^2, z = 0.$$

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «контрольная работа»

Шкала оценивания	Критерий оценивания
5	Контрольная работа выполнена на высоком уровне (правильные ответы даны на 90-100% вопросов/задач)
4	Контрольная работа выполнена на среднем уровне (правильные ответы даны на 75-89% вопросов/задач)
3	Контрольная работа выполнена на низком уровне (правильные ответы даны на 50-74% вопросов/задач)
2	Контрольная работа выполнена на неудовлетворительном уровне (правильные ответы даны менее чем на 50%)

Типовые варианты индивидуальных заданий:

Семестр 1.

Вариант № 0

1. Даны координаты вершин треугольника ABC :

$$A(-8; -3); B(4; -12); C(8; 10).$$

Необходимо найти:

- длину стороны AB ;
- уравнение сторон AB и BC и их угловые коэффициенты;
- угол ψ между прямыми AB и BC в радианах;
- уравнение высоты CD и ее длину;
- уравнение медианы AE и координаты точки K пересечения этой медианы с высотой CD ;
- уравнение прямой L , которая проходит через точку K параллельно к стороне AB ;
- координаты точки $F(x_F, y_F)$, которая находится симметрично точке A относительно прямой CD .

2. Дано: точка $A(2; 5)$ и прямая $y = 1$. Необходимо составить уравнение геометрического места точек, равноудаленных от заданной точки $A(x_A, y_A)$ и прямой $y = d$.

Полученное уравнение привести к простейшему виду и построить график кривой.

3. Заданы две системы линейных уравнений. Решить первую систему методом Крамера. Полученный при решении первой системы результат проверить с помощью метода обратной матрицы. Вторую систему решить с помощью метода Гаусса.

$$\begin{cases} 3x_1 + 2x_2 - 1x_3 = 11, \\ 4x_1 - 1x_2 + 4x_3 = -10, \\ 1x_1 + 3x_2 - 2x_3 = 9 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 1x_1 + 2x_2 - 1x_3 = 1, \\ 3x_1 + 5x_2 - 1x_3 = 1, \\ 4x_1 + 7x_2 - 2x_3 = 2 \end{cases}$$

4. Даны координаты вершин пирамиды $ABCD$:

$$A(2; -3; 1), B(6; 1; -1), C(4; 8; -9), D(2; -1; 2).$$

Необходимо:

- Записать векторы \overrightarrow{AB} , \overrightarrow{AC} , \overrightarrow{AD} в ортонормальной системе $\{\vec{i}, \vec{j}, \vec{k}\}$ и найти модули этих векторов.
- Найти угол между векторами \overrightarrow{AB} и \overrightarrow{AC} .
- Найти проекцию вектора \overrightarrow{AD} на вектор \overrightarrow{AB} .
- Вычислить площадь грани ABC .
- Найти объем пирамиды $ABCD$.

5. Даны координаты четырех точек:

$$A(-3; -2; -4), B(-4; 2; -7), C(5; 0; 3), M(-1; 3; 0).$$

Необходимо:

- Составить уравнение плоскости Q , которая проходит через точки A, B и C .
- Составить канонические уравнения прямой, которая проходит через точку M перпендикулярно к плоскости Q .
- Найти точки пересечения полученной прямой с плоскостью Q и с координатными плоскостями XOY, XOZ, YOZ .
- Найти расстояние от точки M до плоскости Q .

6. Вычислить следующие пределы (не пользуясь правилом Лопитала).

$\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{x^3 - 2x^2 + 3}{4x^2 + 3x + 2}$	$\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{x^2 + 2}{3x^2 + 2x - 1}$	$\lim_{x \rightarrow 2} \frac{2x^2 - 3x - 2}{x^2 + 3x + 10}$
$\lim_{x \rightarrow -1} \frac{3x^2 + 8x + 5}{3x^2 + 9x + 6}$	$\lim_{x \rightarrow -3} \frac{\sqrt{x+4} - 1}{x^2 - 9}$	$\lim_{x \rightarrow 7} \frac{2 - \sqrt{x-3}}{x^2 - 49}$
$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{1 - \cos 4x}{x^2}$;	$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin 3x}{\operatorname{tg} 2x}$	$\lim_{x \rightarrow 0} (1 + 4x)^{\frac{2}{x}}$
	$\lim_{x \rightarrow 0} \left(\frac{x-1}{x+3} \right)^{x+2}$	

7. Заданную функцию $y = f(x)$ исследовать на непрерывность и выяснить характер точек разрыва. Сделать схематический график

$f(x) = 4^{\frac{1}{2-x}}$	$f(x) = \begin{cases} x^2, & \text{если } x < 0 \\ \operatorname{tg} \frac{x}{2}, & \text{если } 0 \leq x \leq \frac{\pi}{2} \\ 1, & \text{если } x > \frac{\pi}{2} \end{cases}$
----------------------------	--

8. Найти первую производную y'_x заданных функций:

$y = \frac{2(3x^3 + 4x^2 - x - 2)}{15\sqrt{x+1}}$	$y = x - \ln \left(2 + e^x + 2\sqrt{e^{2x} + e^x + 1} \right)$
$y = \operatorname{arctg} \left(\frac{\operatorname{tg} x - \operatorname{ctg} x}{\sqrt{2}} \right)$	$y = \sin \sqrt{3} + \frac{1}{3} \cdot \frac{\sin^2 3x}{\cos 6x}$

9. Найти первую производную y'_x заданных функций:

$y = (\operatorname{arctg} x)^{(1/2)\ln(\operatorname{arctg} x)}$	$y = x \cdot e^y$	$\begin{cases} x = \frac{3t^2 + 1}{3t^3}, \\ y = \sin \left(\frac{t^3}{3} + t \right) \end{cases}$
---	-------------------	---

10. Данна функция $y = f(x)$ и два значения аргумента x_1 и x_2 . Необходимо найти приближенное значение данной функции при $x = x_2$, используя ее значение при $x = x_1$ и заменяя прирост Δy функции $y = f(x)$ соответствующим дифференциалом dy :

$$y = \sqrt[3]{3x^2 + 8x - 16}; \\ x_1 = 4; x_2 = 3,94$$

$$y = \cos(x); \\ x_1 = 60^\circ; x_2 = 63^\circ.$$

11. Выполнить полное исследование заданных функций и построить их графики:

$$y = \frac{x^3 + 4}{x^2}$$

$$y = \frac{e^{2x}}{2x}$$

$$y = x^3 - 3x^2 + 3$$

12. Используя методы дифференциального вычисления, решить следующие физические задачи:

1. При подготовке к экзамену студент за t дней изучает $\left(\frac{t}{t+k}\right)$ -ю часть курса и забывает $(\alpha \cdot t)$ -ю часть. Сколько дней нужно потратить на подготовку, чтобы была изучена максимальная часть курса? Решить задачу при условии, что $k = 3\alpha = 1/48$.

2. Тело массой $m_0 = 3000$ кг падает с высоты H метров и теряет массу (сгорает) пропорционально времени падения. Коэффициент пропорциональности $k = 100$ кг/с. Считая, что начальная скорость $V_0 = 0$, ускорение $g = 10$ м/с, найти наибольшую кинетическую энергию тела. Решить задачу при условии, что $H = 1805$ м.

Семестр 2.

Вариант № 0

1. Вычислить неопределенные интегралы:

$$\int \frac{7x^3 + 40x - 96}{2x^4 + 5x^3 - 12x^2} dx;$$

$$\int \frac{dx}{x\sqrt{x^2 - 16}};$$

$$\int x^2 \cos 4x dx.$$

2. Вычислить определенный интеграл:

$$\int_0^3 \frac{4x dx}{\sqrt[3]{(3x - 8)^2} - 2\sqrt[3]{3x - 8} + 4}.$$

3. Вычислить площадь фигуры, ограниченной параболами:

$$y = \frac{x^2}{2} - x + 1$$

$$y = -\frac{x^2}{2} + 3x + 6$$

4. Вычислить несобственный интеграл, или установить его расходимость:

$$\int_1^{\infty} \frac{dx}{x^2 + 4x + 13}.$$

5. Исследовать функцию $z = f(x, y)$ на экстремум:

$$z = xy - x^2 - 2y^2 + x + 10y - 8.$$

6. Найти общее решение (общий интеграл) дифференциального уравнения:

$$y' = \frac{8x + 5y}{5x - 2y}.$$

7. Дано дифференциальное уравнение второго порядка, которое допускает понижение порядка. Найти частное решение, которое удовлетворяет заданным начальным условиям.

$$xy'' - y' - x^2 = 0, y(1) = 4/3, y'(1) = 3.$$

8. Задано линейное неоднородное дифференциальное уравнение второго порядка с постоянными коэффициентами. Найти частное решение, которое удовлетворяет приведенным начальным условиям.

$$y'' - 2y' - 8y = 16x^2 + 2, y(0) = 0, y'(0) = 5.$$

9 Решить систему уравнений и найти частные решения, которые удовлетворяют приведенным начальным условиям.

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = 2x + y, \\ \frac{dy}{dt} = x + 2y, \\ x(0) = 1, y(0) = 3. \end{cases}$$

Семестр 3.

Вариант № 0

1. Исследовать на сходимость числовой ряд:

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2^n} \left(\frac{2n+1}{2n-1} \right)^{n^2}$$

$$\sum_{n=2}^{\infty} \frac{1}{n \ln^2(3n+1)}.$$

2. Исследовать на абсолютную и условную сходимость числовой ряд

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n \cdot n}{2^n}$$

3. Найти область сходимости функционального ряда

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(n-2)^3 (x+3)^{2n}}{2n+3}.$$

4. Вычислить интеграл

$$\int_0^{0,1} e^{-6x^2} dx$$

с точностью до 0,001.

5. Найти первые четыре ненулевые члена разложения в ряд решения дифференциального уравнения

$$y'' + 2y' - xy = x^2, y(0) = 0, y'(0) = 1.$$

6. Изменить порядок интегрирования

$$\int_{-2}^{-1} dy \int_{-\sqrt{2+y}}^0 f dx + \int_{-1}^0 dy \int_{-\sqrt{-y}}^0 f dx .$$

7. С помощью двойного интеграла найти площадь фигуры, ограниченной линиями $y = 3/x, y = 4e^x, y = 3, y = 4$.

8. С помощью тройного интеграла найти объем тела, ограниченного поверхностями

$$x^2 + y^2 = 2y, z = 5/4 - x^2, z = 0 .$$

9. Тело V задано поверхностями, что его ограничивают, μ – удельная плотность. Найти массу тела.

$$V: 64(x^2 + y^2) = z^2, \quad x^2 + y^2 = 4, \quad y = 0, \quad z = 0 \quad (y \geq 0, \quad z \geq 0);$$

$$\mu = \frac{5(x^2 + y^2)}{4}.$$

10. Найти работу силы $\vec{F} = (x^2 - 2y)\vec{i} + (y^2 - 2x)\vec{j}$, при перемещении вдоль линии L : отрезок MN , от точки $M(-4; 0)$ к точке $N(0; 2)$.

11. Найти поток векторного поля $\vec{F} = x\vec{i} + y\vec{j} + z\vec{k}$, через часть плоскости P : $x + y + z = 1$, размещенную в первом октанте (нормаль образует острый угол с осью OZ).

12. Найти поток векторного поля $\vec{F} = (e^z + 2x)\vec{i} + e^x\vec{j} + e^y\vec{k}$ через замкнутую поверхность S : $x + y + z = 1, x = 0, y = 0, z = 0$ (нормаль внешняя).

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «индивидуальные задания»

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
Зачтено	Правильно решены 90-100% заданий
Не зачтено	Правильно решены менее 90% заданий

Оценочные средства для промежуточной аттестации (экзамен)

Типовой билет. Семестр 1.

Билет № 0

1. Произведения векторов. 1 балл

2. Решить систему линейных алгебраических уравнений 1 балл

$$\begin{cases} 3x_1 + 4x_2 + 2x_3 = 8 \\ 2x_1 - 4x_2 - 3x_3 = -1 \\ x_1 + 5x_2 + x_3 = 0 \end{cases}$$

3. Заданы координаты вершин треугольника 1 балл
 $A_1(3; 1; 4), A_2(-1; 6; 1), A_3(-1; 1; 6)$. Найти:

- а) векторы $\vec{c} = \overrightarrow{A_1A_2}$ и $\vec{d} = \overrightarrow{A_1A_3}$;
- б) длины векторов \vec{c} и \vec{d} ;
- в) скалярное произведение векторов $\vec{c} \cdot \vec{d}$;
- д) угол между векторами \vec{c} и \vec{d} ;
- е) векторное произведение $\vec{c} \times \vec{d}$;
- ж) площадь треугольника $A_1A_2A_3$.
4. Найти производную 1 балл
 $y = (x^2 + x + 1) \cdot \operatorname{tg}(2x)$

5. Провести полное исследование функции и построить график 1 балл

$$y = \frac{e^{2(x+1)}}{2(x+1)}$$

Утверждено на заседании кафедры ПМ, протокол №_____ от _____ 20____ г.

Заведующий кафедрой доц. Малый В.В.

Лектор доц. Малый В.В.

Типовой билет. Семестр 2.

Билет № 0

Часть I. Теоретический вопрос.

(Полностью раскрытий вопрос оценивается в 1 балл).

1. Понятие первообразной

Часть II. Задание начального уровня сложности.

(Правильно выполненное задание оценивается в 2 балла).

1. Найти решения уравнений

2. Вычислить неопределенный интеграл

$$y'' + 3y' = 0. \quad \int (x^2 + 2x + 3)dx$$

Часть III. Задание базового уровня сложности.

(Правильно выполненное задание оценивается в 1 балл).

3. Проинтегрировать рациональную дробь

$$\int \frac{(2x + 16)dx}{(x + 1)(x^2 + 4x + 13)}dx$$

4. Для функции $u = 5x^2y - 3xy + x^3$ найти градиент и производную в точке A по направлению вектора $\vec{s} = \overrightarrow{AB}$: $A(1; 2; -1)$, $B(3; -1; 0)$.

Часть IV. Задание повышенного уровня сложности.

(Правильно выполненное задание – 1 балл).

1. Найти решения уравнений

$$y'' + 3y' = 3xe^{-3x};$$

Утверждено на заседании кафедры ПМ, протокол №_____ от _____ 20____ г.

Заведующий кафедрой

доц. Малый В.В.

Лектор

доц. Малый В.В.

Типовой билет. Семестр 3.

Билет № 0

1. Сходимость и сумма ряда. Необходимое условие сходимости. 1 балл
2. Исследовать на сходимость ряд 2 балла
- $$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n n}{n^2 + 5n - 7}$$
- $$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(n+1)! 2^n}{(n+1)^n}$$
3. Изменить порядок интегрирования. Область интегрирования изобразить на чертеже 1 балл
- $$\int_0^2 dx \int_{\frac{1}{4}x^2}^{2\sqrt{x}} f(x, y) dy$$
4. Вычислить криволинейный интеграл вдоль кривой L , при изменении параметра от t_1 до t_2 : 1 балл
- $$\int_L dx + dy; \text{ где } L: y = -\sqrt{2-t}; t_1 = 1, t_2 = 2$$

Утверждено на заседании кафедры ПМ, протокол №_____ от _____ 20____ г.

Заведующий кафедрой

доц. Малый В.В.

Лектор

доц. Малый В.В.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству промежуточный контроль (экзамен)

Шкала оценивания	Критерий оценивания
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объёме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки,

	непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)

Экспертное заключение

Представленный фонд оценочных средств (далее -ФОС) по дисциплине «Математика» соответствует требованиям ФГОС ВО.

Предлагаемые формы и средства текущего и промежуточного контроля адекватны целям и задачам реализации основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 15.03.01 Цифровые технологии и машины в литейном производстве.

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины представлены в полном объеме.

Виды оценочных средств, включенные в представленный фонд, отвечают основным принципам формирования ФОС.

Разработанный и представленный для экспертизы фонд оценочных средств рекомендуется к использованию в процессе подготовки обучающихся, по указанному направлению.

Председатель учебно-методической комиссии факультета компьютерных систем и информационных технологий



Н.Н. Ветрова