

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ И. Т. ТРУБИЛИНА»**

ФАКУЛЬТЕТ ПРИКЛАДНОЙ ИНФОРМАТИКИ



Рабочая программа дисциплины
Математический анализ и дифференциальные уравнения

Направление подготовки
09.03.02 Информационные системы и технологии

Направленность
**«Создание, модификация и сопровождение информационных систем,
администрирование баз данных»**

Уровень высшего образования
бакалавриат

Форма обучения
очная

Краснодар
2021

Рабочая программа дисциплины «Математический анализ и дифференциальные уравнения» разработана на основе ФГОС ВО 09.03.02 Информационные системы и технологии, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ 19 сентября 2017 г. № 926.

Автор:

канд. физ.-мат. наук, доцент

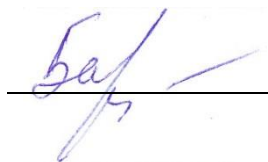


Д.А. Павлов

Рабочая программа обсуждена и рекомендована к утверждению решением кафедры системного анализа и обработки информации от 31.05.2021 г., протокол № 9а.

Заведующий кафедрой

д-р экон. наук, профессор



Т.П. Барановская

Рабочая программа одобрена на заседании методической комиссии факультета прикладной информатики, протокол №9 от 31.05.2021 г.

Председатель

методической комиссии

канд. пед. наук, доцент



Т.А.Крамаренко

Руководитель

основной профессиональной
образовательной программы

канд. физ.-мат. наук, доцент



С.В.Лаптев

1 Цель и задачи освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Математический анализ и дифференциальные уравнения» является формирование комплекса знаний об организационных, научных и методических основах математического аппарата для многих фундаментальных и прикладных дисциплин.

Задачи

- изучить соответствующие математические понятия, определения, теоремы, правила и формулы математического анализа;
- сформировать навыки решения математических задач, используя математические приемы, методы и алгоритмы при решении типовых задач и примеров;
- развивать умение использовать математические методы, математическое моделирование в исследовательской и практической деятельности.

2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

ОПК-1 – Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности;

ОПК-8 – Способен применять математические модели, методы и средства проектирования информационных и автоматизированных систем.

3 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

«Математический анализ и дифференциальные уравнения» является дисциплиной обязательной части ОПОП ВО подготовки обучающихся по направлению 09.03.02 «Информационные системы и технологии», направленность «Создание, модификация и сопровождение информационных систем, администрирование баз данных».

4 Объем дисциплины (144 часов, 4 зачетных единицы)

Виды учебной работы	Объем, часов	
	Очная	Заочная
Контактная работа в том числе:	67	
— аудиторная по видам учебных занятий	64	
— лекции	30	
— практические	34	
— внеаудиторная	3	
— экзамен	3	
Самостоятельная работа в том числе:	77	
— прочие виды самостоятельной работы	77	
Итого по дисциплине	144	
в том числе в форме практической подготовки	0	0

5 Содержание дисциплины

По итогам изучаемого курса студенты сдают экзамен.

Дисциплина изучается на 1 курсе, во 2 семестре.

Содержание и структура дисциплины по очной форме обучения

№ п/п	Наименование темы с указанием основных вопросов	Формируемые компетенции	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)		
				Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа
1	Введение в математический анализ. Операции над множествами. Основные числовые множества. Функции одной переменной. Основные элементарные функции, их графики. Сложная функция.	ОПК -1, ОПК -8	2	2	2	10

№ п/п	Наименование темы с указанием основных вопросов	Формируемые компетенции	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)		
				Лекции	Практические занятия	Самостоятель ная работа
	Последовательности, предел числовой последовательности. Теоремы о пределах. Признаки существования пределов. Первый и второй замечательный пределы. Бесконечно малые и бесконечно большие величины, связь между ними. Сравнение бесконечно малых величин. Раскрытие неопределенностей. Непрерывность функций. Точки разрыва. Классификация точек разрыва. Теоремы о непрерывных функциях на отрезке. Непрерывность элементарных функций					
2	Дифференциальное исчисление функции одной переменной. Производная: определение, механический и геометрический смысл. Уравнение касательной к кривой. Дифференцируемость функций, связь непрерывности с дифференцируемостью. Обратная функция и ее дифференцирование. Таблица основных правил и формул дифференцирования. Производные высших	ОПК -1, ОПК -8	2	6	6	12

№ п/п	Наименование темы с указанием основных вопросов	Формируемые компетенции	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)		
				Лекции	Практические занятия	Самостоятель ная работа
	порядков. Дифференциал функции, его применение в приближенных вычислениях. Достаточные признаки монотонности функции. Экстремумы функции, необходимое и достаточные условия. Выпуклость кривой, точки перегиба. Необходимое и достаточные условия. Асимптоты кривой.					
3	Интегральное исчислений функции одной переменной. Определение первообразной. Теорема о бесконечном множестве первообразных для данной функции. Понятие неопределенного интеграла. Таблица основных интегралов. Основные свойства неопределенного интеграла. Интегрирование методами замены переменной и по частям. Рациональные дроби и их интегрирование. Понятие определенного интеграла и его основные свойства. Теорема о среднем.	ОПК -1, ОПК -8	2	6	6	12

№ п/п	Наименование темы с указанием основных вопросов	Формируемые компетенции	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)		
				Лекции	Практические занятия	Самостоятель ная работа
	Площадь криволинейной трапеции. Производная определенного интеграла по переменному верхнему пределу. Формула Ньютона-Лейбница. Вычисление определенного интеграла методами замены переменной и по частям. Несобственные интегралы. Приложения определенного интеграла: площадь фигуры в декартовых координатах, объем тела вращения, длина дуги плоской кривой, работа переменной силы					
4	Дифференциальные уравнения (ДУ) Основные понятия. Дифференциальные уравнения первого порядка. Теоремы о существовании и единственности решения. Элементы качественного анализа ДУ 1-го порядка. Неполные ДУ 1-го порядка. ДУ с разделяющимися переменными. Однородные ДУ 1-го порядка. ДУ 2-го порядка, допускающие понижение порядка. Линейные ДУ 2-го порядка с постоянными коэффициентами.	ОПК -1, ОПК -82	2	6	6	12

№ п/п	Наименование темы с указанием основных вопросов	Формируемые компетенции	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)		
				Лекции	Практические занятия	Самостоятель ная работа
5	Функции нескольких переменных. Область определения функции двух переменных. Частные производные и дифференциалы. Полное приращение и полный дифференциал, его применение. Производная сложной функции, производная неявно заданной функции. Уравнение касательной к кривой $F(x, y) = 0$. Уравнение касательной плоскости к поверхности $F(x, y, z)$ $= 0$. Производная по направлению. Градиент. Частные производные высших порядков. Экстремумы функции двух переменных. Условные экстремумы; наибольшее и наименьшее значения функции $z = f(x, y)$ в замкнутой ограниченной области.	ОПК -1, ОПК -8	2	6	6	16
6	Числовые и степенные ряды. Числовые ряды, основные понятия. Свойства сходящихся рядов. Необходимый признак сходимости ряда. Достаточные признаки сходимости числовых рядов с	ОПК -1, ОПК -8	2	4	8	15

№ п/п	Наименование темы с указанием основных вопросов	Формируемые компетенции	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)		
				Лекции	Практические занятия	Самостоятель ная работа
	положительными членами. Знакопеременные ряды. Абсолютная и условная сходимость. Функциональные ряды, основные понятия. Степенные ряды и методы нахождения области сходимости. Ряды Тейлора и Маклорена.					
Итого				30	34	77

6 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Высшая математика для экономистов: учебник для студентов вузов, обучающихся по экономическим специальностям / Н. Ш. Кремер, Б. А. Путко, И. М. Тришин, М. Н. Фридман; под редакцией Н. Ш. Кремер. – 3-е изд. – Москва: ЮНИТИ-ДАНА, 2017. – 481 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/74953.html>

7.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	
1	Линейная алгебра и аналитическая геометрия
1	Теория информации, данные, знания
1	Дискретная математика
2	Математический анализ и дифференциальные уравнения
2	Теория вероятностей
2	Технологии программирования
2	Основы математической логики и теории алгоритмов
2	Ознакомительная практика

3	Моделирование систем
3	Алгоритмы и структуры данных
3	Информационные технологии
4	Архитектура информационных систем
8	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
ОПК-8 Способен применять математические модели, методы и средства проектирования информационных и автоматизированных систем	
1	Линейная алгебра и аналитическая геометрия
2	Математический анализ и дифференциальные уравнения
2	Теория вероятностей
3	Моделирование систем
4	Технологическая (проектно-технологическая) практика
5	Методы и средства проектирования информационных систем и технологий
8	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

7.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкалы оценивания

Планируемые результаты освоения компетенции (индикаторы достижения компетенции)	Уровень освоения				Оценочное средство
	неудовлетворительно (минимальный не достигнут)	удовлетворительно (минимальный пороговый)	хорошо (средний)	отлично (высокий)	
ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности					
ИД-1.1. Знать основы математики, физики вычислительной техники и программирования. ИД -1.2. Уметь решать стандартные профессиональные задачи с	Уровень знаний ниже минимальных требований, имели место грубые ошибки При решении стандартны	Минимально допустимый уровень знаний, допущено много негрубых ошибок. Продемонстрированы основные умения, решены	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, допущено несколько негрубых ошибок. Продемонстрированы	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок. Продемонстрированы все основные умения,	доклад, тестовые задания, контрольные работы, практические задания

Планируемые результаты освоения компетенции (индикаторы достижения компетенции)	Уровень освоения				Оценочное средство
	неудовлетворительно (минимальный не достигнут)	удовлетворительно (минимальный пороговый)	хорошо (средний)	отлично (высокий)	
применением естественнонаучных и инженерных знаний, методов математического анализа и моделирования. ИД -1.3. Иметь навыки теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности.	х задач не продемонстрированы основные умения, имели место грубые ошибки, не продемонстрированы базовые навыки	типовые задачи. Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач	решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач	
ОПК-8 – Способен применять математические модели, методы и средства проектирования информационных и автоматизированных систем					
ИД -8.1. Знать методологию и основные методы математического моделирования, классификацию и условия применения моделей, ИД -8.2. Уметь применять на практике математические модели, методы и средства проектирования	Уровень знаний ниже минимальных требований, имели место грубые ошибки При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имели место грубые ошибки, не	Минимально допустимый уровень знаний, допущено много негрубых ошибок. Продemonстрированы основные умения, решены типовые задачи. Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, допущено несколько негрубых ошибок. Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, продемонстрированы	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок. Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, Продemonстрированы	доклад, тестовые задания, контрольные работы, практические задания

Планируемые результаты освоения компетенции (индикаторы достижения компетенции)	Уровень освоения				Оценочное средство
	неудовлетворительно (минимальный не достигнут)	удовлетворительно (минимальный пороговый)	хорошо (средний)	отлично (высокий)	
ия и автоматизации систем на практике. ИД -8.3. Иметь навыки моделирования и проектирования информационных и автоматизированных систем	продемонстрированы базовые навыки	некоторыми недочетами	ированы базовые навыки при решении стандартных задач	навыки при решении нестандартных задач	

7.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

7.3.1 Оценочные средства по компетенциям ОПК-1, ОПК-8 для текущего контроля

Практические работы

1. Орлянская Н. П. Математический анализ : сборник задач (часть 1) / Н. П. Орлянская. – Краснодар : КубГАУ, 2015. – 44 с. – Режим доступа: https://edu.kubsau.ru/file.php/118/1Sbornik_zadach_Orljanskaja_404816_v1_PD_F

2. Орлянская Н. П. Математический анализ : сборник задач (часть 2) / Н. П. Орлянская. – Краснодар : КубГАУ, 2017. – 69 с. – Режим доступа: https://edu.kubsau.ru/file.php/118/2Sbornik_zadachCH_2_404817_v1_PDF

Примеры заданий для контрольной работы

Задания на контрольные работы по темам 1-5 составлены по десятивариантной системе. А задания по итоговой работе – по пятивариантной системе. Приведен вариант итоговой контрольной, которая содержит разделы всех тем.

Задания для контрольной работы №1

1. Введение в анализ. Дифференциальное исчисление

1-10. Найти пределы функций.

2. 1) $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{4x^3 - 7x - 2}{2x^3 - x - 6}$ при А) $x_0 = 0$, В) $x_0 = 2$, С) $x_0 = \infty$;

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

11-20. Найти производные заданных функций.

12. А) $y = (5x^2 + 4\sqrt[4]{x^5} + 3)^3$; Б) $y = \ln^6 \sqrt{\frac{1-x^6}{1+x^6}}$;

В) $y = \operatorname{arctg} 2x + \sqrt{x^2 - 1}$; Г) $y = e^{3x} - 2x \operatorname{tg} 3x$.

21-30. Вычислить приближенное значение $\sqrt[n]{a}$, заменив в точке $x = x_0$ приращение функции $y = \sqrt[n]{x}$ дифференциалом.

22. $n = 4$, $a = 267$, $x_0 = 256$.

31-40. Исследовать функцию $y = f(x)$ и построить ее график.

32. $y = \frac{x^2 + 3x - 16}{x + 3}$;

41-50. Найти неопределенные интегралы. Результаты проверить дифференцированием.

42. а) $\int \frac{x^3}{\sqrt{1-x^4}} dx$; Б) $\int x \sin 4x dx$;

51-60. Вычислить по формуле Ньютона-Лейбница определенный интеграл $\int_a^b f(x) dx$.

52. $\int_0^1 \frac{dx}{e^x + e^{-x}}$

61-70. Вычислить площадь фигуры, ограниченной параболой $y = ax^2 + bx + c$ и прямой $y = kx + l$. Сделать чертеж.

62. $y = x^2 - 6x + 7$; $y = x + 1$.

Примеры тестов

База тестовых заданий содержит в себе 250 тестовых заданий по всем разделам дисциплины.

В зависимости от выбранного состава теста, эти задания могут использоваться как для итогового контроля знаний студентов в конце

семестра, так и для рубежного контроля успеваемости после изучения определенного раздела дисциплины.

Далее приведены примеры тестовых заданий по всем разделам дисциплины.

5 Производная функции $y = x \sin 4x$:

$$4x \sin 4x + \cos 4x$$

$$-4x \sin 4x + \cos 4x$$

$$-4x \cos 4x + \sin 4x$$

$$4x \cos 4x + \sin 4x$$

6 Найти наименьшее значение функции $f(x) = x^3 - 3x$ на отрезке $[0,5]$:

$$1$$

$$-2$$

$$0$$

$$110$$

7 Функция $y = \frac{1}{2 \ln x - 5}$ отображает промежуток $[1, e]$ на:

$$[1/2, -1/7]$$

$$[-1/3, -1/5]$$

$$[-1/2, -1/5]$$

$$[-1/2, -1/3]$$

8 Предел $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{3x^2}{1 - \cos^2 2x}$ равен:

$$-3/2$$

$$3/2$$

$$-3/4$$

$$3/4$$

9 Найти и классифицировать локальные экстремумы функции $z = x^2 + 4y^2 + 3xy + 4x + 2y$:

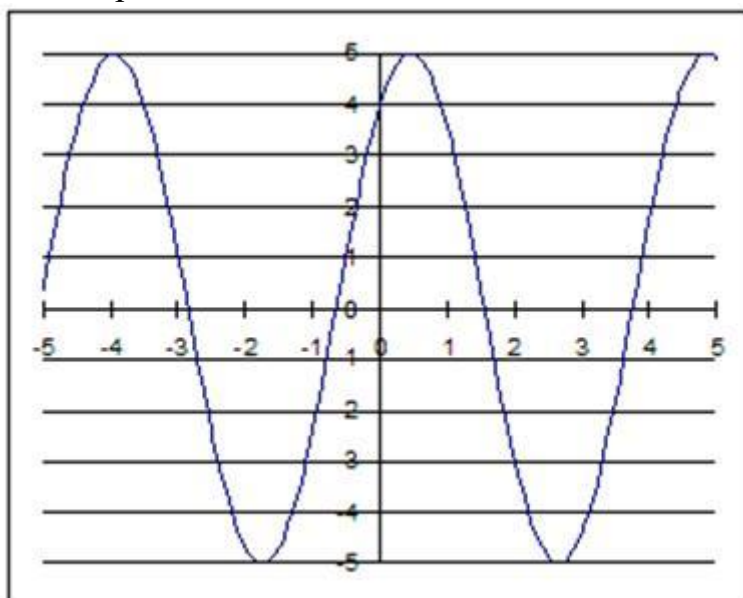
$$x = 38/7, y = 16/7, \min$$

$$x = -26/7, y = 8/7, \min$$

$$x = -26/7, y = 8/7, \max$$

$$x = 38/7, y = 16/7, \max$$

10 На графике изображена производная y' данной функции y , заданной на отрезке $[-5, 5]$. Установить количество точек, обладающих тем свойством, что угол между касательной, проведенной в них к кривой, и осью Ox равен 45° , на этом отрезке.



3

1

5

2

1 Предел $\lim_{x \rightarrow -1} \frac{x^3 + 1}{x^2 + 3x + 2}$ равен:

1/3

1
0
3

2 Функция $y = \frac{x}{x+1}$ отображает промежуток $[1, 5]$ на:

$(-\infty, 1/2] \cup [5/6, \infty)$

$[1/2, 5/6]$

$[1/2, 5/6)$

$(1/2, 5/6)$

3 Наименьшее значение функции $z = x^2 + y^2$ при условии $4x - 3y = 5$:

1

3/5

4/5

12/5

Примеры тем докладов

По дисциплине «Математический анализ и дифференциальные уравнения» предусмотрено проведение предметной студенческой конференции. Примерная тематика докладов на конференцию:

1. Использование понятия производной в экономике
2. Дифференциалы высших порядков и их применение
3. Особенности кривой безразличия и предельной полезности
4. Функция полезности (функция предпочтений)
5. Производственная функция
6. Использование методов наименьших квадратов в прогнозировании
7. Применение метода множителей Лагранжа
8. Градиентный спуск в методах машинного обучения
9. Основы построения нейронных сетей
10. Применение комплексных чисел в технических дисциплинах
11. Аппроксимация функций. Полиномы Чебышева. Дискретные ряды

Фурье.

12. Задача обобщенной интерполяции
13. Дифференциальные уравнения в технике
14. Функции спроса и предложения
15. применение и значение частной производной и производной по направлению.
16. Решение экономических задач с помощью определенного интеграла
17. Обзор методов математического анализа в задачах математического обучения
18. Программная реализация методов решения неопределенных интегралов.
19. Программная реализация методов решения определенных интегралов.
20. Программная реализация методов нахождения производных.
21. Программная реализация методов построения графиков функций.
22. Применение математического анализа в задачах оптимизации
23. Численные методы нахождения производных
24. Численные методы нахождения корней уравнений
25. Погрешность интерполяционного полинома Лагранжа
26. Численное дифференцирование
27. Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений
28. Численное решение систем уравнений
29. Численное решение систем нелинейных уравнений
30. Python и решение задач математического анализа

7.3.2 Оценочные средства для промежуточного контроля

7.3.2.1 Оценочные средства для промежуточного контроля по компетенции ОПК-1

Вопросы к экзамену

1. Об использовании некоторых логических символов.
2. Общие сведения из теории множеств.
3. Понятие функции. Способы задания функций. Построение графиков функций.
4. Понятие об обратной и неявной функциях. Четность, периодичность. График функции в полярных координатах.
5. Понятие о функциях заданных параметрически. Гиперболические функции.
6. Действительные числа. Свойства действительных чисел. - окрестность точки.

7. Предел числовой последовательности.
8. Элементарные свойства пределов. Принцип вложенных отрезков.
9. Некоторые важные пределы. Монотонность последовательности.
10. Предел функции в точке. Свойства пределов функции.
11. Односторонние пределы. Предел на бесконечности. Замечательные пределы и их следствия.
12. Бесконечно малые функции и их сравнения.
13. Непрерывность функции. Классификация точек разрыва.
14. Понятие производной.
15. Дифференцируемость функции. Дифференциал функции.
16. Приложения производной к задачам геометрии и механики.
17. Техника дифференцирования. Дифференцирование обратной и сложной и функций.
18. Таблица производных основных функций. Дифференцирование функций, заданных параметрически.
19. Правило логарифмического дифференцирования. Дифференцирование показательной- степенной функции.
20. Производные и дифференциалы высших порядков.
21. Основные теоремы дифференциального исчисления.
22. Правило Лопиталя.
23. Интервалы монотонности функций. Экстремумы. Достаточные условия существования экстремума. Наибольшее и наименьшее значения функции на отрезке.
24. Выпуклость, вогнутость графика функции. Точки перегиба.
25. Асимптоты. План исследования функции.
26. Понятие и свойства неопределенного интеграла. Таблица интегралов. Интегралы, часто встречающиеся на практике.
27. Методы интегрирования.
28. Интегрирование простейших рациональных дробей.
29. Интегрирование рациональных дробей.
30. Интегрирование некоторых иррациональных функций.
31. Интегрирование тригонометрических выражений.
32. Понятие определенного интеграла.
33. Основные свойства определенного интеграла.
34. Правила вычисления определенных интегралов. Замена переменной в определенном интеграле. Интегрирование по частям. Формула Ньютона-Лейбница.
35. Верхние и нижние суммы Дарбу.
36. Вычисление площади плоской фигуры.
37. Вычисление объема тела вращения.
38. Длина дуги плоской кривой
39. Об использовании некоторых логических символов.
40. Понятие о функциях заданных параметрически. Гиперболические функции.

7.3.2.2 Оценочные средства для промежуточного контроля по компетенции ОПК-8

Вопросы к экзамену

41. Предел числовой последовательности.
42. Элементарные свойства пределов. Принцип вложенных отрезков.
43. Некоторые важные пределы. Монотонность последовательности.
44. Предел функции в точке. Свойства пределов функции.
45. Замечательные пределы и их следствия.
46. Бесконечно малые функции и их сравнения.
47. Непрерывность функции. Классификация точек разрыва.
48. Понятие производной. Таблица производных основных функций.
49. Дифференцируемость функции. Дифференциал функции.
50. Приложения производной к задачам геометрии и механики.
51. Техника дифференцирования. Дифференцирование обратной и сложной и функций.
52. Таблица производных основных функций. Дифференцирование функций, заданных параметрически.
53. Правило логарифмического дифференцирования. Дифференцирование показательной- степенной функции.
54. Производные и дифференциалы высших порядков.
55. Правило Лопиталя.
56. Понятие и свойства неопределенного интеграла. Таблица интегралов. Интегралы, часто встречающиеся на практике.
57. Методы интегрирования.
58. Интегрирование простейших рациональных дробей.
59. Интегрирование рациональных дробей.
60. Интегрирование некоторых иррациональных функций.
61. Интегрирование тригонометрических выражений.
62. Понятие определенного интеграла.
63. Основные свойства определенного интеграла.
64. Правила вычисления определенных интегралов. Замена переменной в определенном интеграле. Интегрирование по частям. Формула Ньютона-Лейбница.
65. Понятие функции многих переменных.
66. Частные производные. Полный дифференциал функции нескольких переменных.
67. Частные производные и дифференциалы высших порядков.
68. Дифференцирование сложной функции. Дифференцирование неявной функции.
69. Касательная плоскость и нормаль к поверхности.
70. Экстремумы функции двух переменных. Необходимые и достаточные условия.

71. Условный экстремум функции двух переменных. Наибольшее и наименьшее значения функции.
72. Понятие двойного интеграла.
73. Свойства двойного интеграла.
74. Вычисление двойного интеграла в случае произвольной области.
75. Понятие и вычисление тройного интеграла.
76. Понятие ряда. Линейные свойства сходящихся рядов.
77. Признаки сходимости и расходимости рядов с положительными членами.
78. Знакопеременные ряды. Знакопеременные ряды. Признак Лейбница. Абсолютная и условная сходимости рядов.
79. Функциональные ряды.
80. Степенные ряды.

7.3.2.3. Практические задания для проведения экзамена

В рамках практического задания для оценки освоения компетенций ОПК-1, ОПК-8 обучающемуся предлагается выполнить одно из следующих заданий:

Найти пределы:

1. $\lim_{x \rightarrow \infty} \left(\frac{2x^3 - 3x^2 + x + 1}{2x^3 - 3x^2 - 2x + 3} \right)^{5x^2}.$

2. $\lim_{x \rightarrow \infty} \left(\frac{7x^{10} - 3}{7x^{10} + 2} \right)^{-2x^{10}}.$

3. $\lim_{x \rightarrow \infty} \left(\frac{1 + 3x}{1 + x} \right)^{\frac{5}{x}}.$

4. $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin 2x}{x}.$

5. $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin^2 2x}{3x^2}.$

6. $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\operatorname{tg}^3 4x}{10x^3}.$

7. $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin 5x}{4x^2}.$

8. $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin^2 6x}{2x}.$

9. $\lim_{x \rightarrow 0} (3x \cdot \operatorname{ctg} 2x).$

10. $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{6x^3}{\sin^3 2x}.$

$$11. \lim_{x \rightarrow 0} \frac{\operatorname{arctg} 8x}{7x}.$$

$$12. \lim_{x \rightarrow 0} \frac{4x}{\arcsin 9x}.$$

$$13. \lim_{x \rightarrow 0} \frac{\operatorname{tg}^2 \frac{x}{2}}{2x}.$$

$$14. \lim_{x \rightarrow 0} \frac{\cos x - 1}{3x^2}.$$

$$15. \lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin 3x}{\sin 10x}.$$

Найти производные x'_y обратных функций:

$$16. y = x - \cos x$$

$$17. y = 2x + x^3$$

$$18. y = \frac{x-1}{x+5}.$$

Найти производные y'_x от неявных функций:

$$19. 2x + y - 4 = 0$$

$$20. x \ln y + y \ln x = 0$$

$$21. \sqrt{x} + \sqrt{y} - 2 = 0$$

$$22. \ln y + \frac{x}{y} - a = 0$$

$$23. x^y - y^x = a$$

$$24. e^x + e^y - e^{xy} - 1 = 0.$$

Найти производные функций, заданных параметрически:

$$25. \begin{cases} x = a \cos^2 t \\ y = a \sin^2 t \end{cases}$$

$$26. \begin{cases} x = a(t - \sin t) \\ y = a(1 - \cos t) \end{cases}$$

$$27. \begin{cases} x = e^t \sin t \\ y = e^t \cos t \end{cases}.$$

Исследовать функции и построить их графики:

$$28. y = \frac{2x}{1+x^2}.$$

$$29. y = x^2(x-4)^2.$$

$$30. y = \frac{2x}{2+x^3}.$$

$$31. y = (x+1)e^{-x}.$$

$$32. y = xe^{-\frac{x^2}{2}}.$$

$$33. y = \frac{\ln x}{x}.$$

Найти интегралы:

$$34. \int \frac{dx}{x^2 - x - 2}$$

$$35. \int \frac{x^2}{(1-x)^3} dx$$

$$36. \int \frac{dx}{x^3 - x^2}$$

$$37. \int \frac{dx}{x^3 + x}$$

$$38. \int \frac{dx}{x^3 + 1}$$

$$39. \int \frac{x dx}{x^3 - 1}$$

$$40. \int \frac{dx}{x(x+1)^2}$$

$$41. \int \frac{dx}{(x^2 - 1)(x + 2)}$$

$$42. \int \frac{(x^2 + 2) dx}{(x+1)^2(x-1)}$$

$$43. \int \frac{x dx}{x^2 + 3x - 4}$$

$$44. \int \frac{x^2 - x}{x^2 - 6x + 10} dx$$

$$45. \int \frac{x^3 + 1}{x^3 - 5x^2 + 6x} dx$$

$$46. \int \frac{x^3 dx}{\sqrt{x-1}}$$

$$47. \int \frac{\sqrt{x} dx}{2\sqrt{x} + 3}$$

$$48. \int \frac{\sqrt{x} dx}{\sqrt[3]{x} + 1}$$

$$49. \int \frac{x dx}{\sqrt[3]{2x+1}}$$

$$50. \int \frac{dx}{(1+\sqrt[3]{x})\sqrt{x}}$$

$$51. \int \frac{dx}{(2+\cos x)(3+\cos x)}$$

$$52. \int \operatorname{tg}^3\left(\frac{x}{2} + \frac{\pi}{4}\right) dx$$

$$53. \int \cos \frac{x}{2} \cos \frac{x}{3} dx$$

$$54. \int \sin 9x \sin x dx$$

Вычислить определенные интегралы:

$$55. \int_1^5 x \sqrt{x^2 - 16} dx.$$

$$56. \int_1^5 \frac{x dx}{\sqrt{1+3x}}.$$

$$57. \int_1^2 \frac{4x+2}{2x-1} dx.$$

$$58. \int_4^9 \frac{\sqrt{x} dx}{\sqrt{x}-1}.$$

$$59. \int_e^{e^2} \frac{2 \ln x + 1}{x} dx.$$

Найти объем тел, образованных при вращении вокруг оси Ox и Oy плоских фигур, ограниченных линиями:

$$60. y = x^3, \quad y = 4x.$$

$$61. y = \sin x, y = 0 \text{ при } 0 \leq x \leq \pi.$$

$$62. y = 4/x, x = 1, x = 4, y = 0.$$

Проинтегрировать дифференциальные уравнения второго порядка:

$$63. y'' = \sin x$$

$$64. y'' = -\frac{1}{x^2}$$

$$65. y'' = -\frac{6}{y^3}$$

$$66. 4y''\sqrt{y} = 1$$

$$67. y'' = \frac{1}{a}(\sqrt{1+y'^2})^3$$

$$68. xy'' - y' = 0$$

Найти общие решения однородных дифференциальных уравнений второго порядка с постоянными коэффициентами:

69. $y'' - 4y' + 3y = 0$

70. $y'' + 2y' - 8y = 0$

71. $y'' + 3y' + 2y = 0$

72. $y'' - 4y' = 0$

73. $y'' - 2y' + y = 0$

74. $y'' + 8y' + 16y = 0$

75. $y'' - 4y' + 13y = 0$

76. $y'' + 6y' + 25y = 0$

77. $y'' + 9y = 0$

78. $y'' - 16y = 0$

Найти общие решения уравнения:

79. $y'' - 6y' - 7y = 32e^{3x}$

80. $y'' + 2y' - 8y = 12e^{3x}$

81. $y'' - 2y' + y = e^x$

82. $y'' + 7y' + 12y = 24x^2 + 16x - 15$

83. $y'' + y' - 6y = -x^2 - \frac{29}{18}$

84. $y'' - 4y' + 3y = x - 1$

85. $y'' - 2y' = 6x^2 - 10x + 12$

86. $y'' - 3y' - 10y = \sin x + 3\cos x$

Исследовать данные ряды на сходимость, применив признаки сравнения:

87. $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{2n}{3n^2 - 5}$

88. $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{2n + 7}{3n^3 + 11}$

89. $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sqrt{n^2 + 7}}{n^5 + 12}$

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

91. $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{3^n}{n(3^n - 4)}$

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

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

$$94. \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{\sqrt[5]{n^3} \ln(n+1)}.$$

$$95. \sum_{n=1}^{\infty} \sin \frac{4^n}{5^n + n}.$$

$$96. \sum_{n=1}^{\infty} \sqrt{n} \left(1 - \cos \frac{1}{n^2} \right).$$

С помощью интегрального признака исследовать сходимость рядов:

$$97. \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{(3n+2) \ln(3n+2)}.$$

$$98. \sum_{n=2}^{\infty} \frac{1}{n \sqrt[3]{\ln^5 n}}$$

$$99. \sum_{n=2}^{\infty} \frac{\ln n}{n}$$

Найти области сходимости степенных рядов:

$$100. \frac{x}{1 \cdot 2} + \frac{x^2}{2 \cdot 3} + \frac{x^3}{3 \cdot 4} + \frac{x^4}{4 \cdot 5} + \dots$$

$$101. \sum_{n=1}^{\infty} \frac{x^n}{2^{n-1}}.$$

$$102. \sum_{n=1}^{\infty} \frac{x^n}{n}.$$

$$103. \sum_{n=1}^{\infty} n! x^n.$$

$$104. \frac{x^3}{8} + \frac{x^6}{8^2 \cdot 5} + \frac{x^9}{8^3 \cdot 9} + \frac{x^{12}}{8^4 \cdot 13} + \dots$$

$$105. \sum_{n=1}^{\infty} 10^n x^n.$$

$$106. \frac{x}{2+3} + \frac{x^2}{2^2+3^2} + \frac{x^3}{2^3+3^3} + \dots$$

$$107. \sum_{n=1}^{\infty} x^n \operatorname{tg} \frac{1}{n}.$$

$$108. 5x + \frac{5^2 x^2}{2!} + \frac{5^3 x^3}{3!} + \frac{5^4 x^4}{4!} + \dots$$

Исследовать функции на экстремум:

$$109. z = x^2 + y^2 + xy - 4x - 5y.$$

$$110. z = xy(1-x-y).$$

$$111. z = x^3 y^2 (2-x-y).$$

$$112. z = x^2 + xy + y^2 + \frac{1}{x} + \frac{1}{y}.$$

$$113. z = 2x^3 - xy^2 + 5x^2 + y^2.$$

114. $z = e^{\frac{x}{2}}(x + y^2).$

Вычислить двойные интегралы:

115. $\iint_D (x + y^2) dx dy$, где D ограничена прямыми $y = x$, $y = 2x$ и $y = -x + 4$.

116. $\iint_D \frac{x}{y} dx dy$, где D ограничена прямыми $y = e^x$, $y = e^{2x}$ и прямой $x = 2$.

117. $\iint_D e^{xy} dx dy$, где D ограничена гиперболой $xy = 1$, осью абсцисс и прямыми $x = 2$, $x = 3$.

Имеются следующие данные о переменных x и y . Предполагая, что между x и y существует линейная зависимость, найти эмпирическую формулу $y = ax + b$ методом наименьших квадратов:

1. x - цена на товар (усл.ед.); y – уровень продаж (тыс.ед.):

x_i	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0
y_i	200	160	120	90	80

2. x - уровень потребления электроэнергии на предприятии (млн кВт. ч);
 y – себестоимость единицы продукции:

x_i	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6
y_i	20,0	18,8	18,2	18,1	18,0

3. x - мощность двигателя (л.с.); y – средний срок его эксплуатации (мес.):

x_i	30	40	50	60	70
y_i	18	20	21	24	25

По экспериментальным данным построить методом наименьших квадратов линейную эмпирическую зависимость $y = ax + b$. Сравнить полученную зависимость с альтернативной и определить, какая из них лучше соответствует экспериментальным данным:

4.

x_i	2	2,5	3	3,5	4
y_i	4,2	5,5	6,9	8	9,5

Альтернативная зависимость $y = 2x + 0,1x^2$.

5.

x_i	1	2	3	4	5
y_i	1,0	1,4	1,7	2,0	2,2

Альтернативная зависимость $y = \sqrt{x}$.

7.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Контроль освоения дисциплины «Математический анализ» проводится в соответствии Положением системы менеджмента качества КубГАУ 2.5.1 «Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация обучающихся».

Критерии оценивания выполнения контрольных работ:

Оценка «**отлично**» — задание выполнено в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности действий; в ответе правильно и аккуратно выполняет все записи, таблицы, рисунки; правильно выполняет анализ ошибок.

Оценка «**хорошо**» — задание выполнено правильно с учетом 1-2 мелких погрешностей или 2-3 недочетов, исправленных самостоятельно по требованию преподавателя.

Оценка «**удовлетворительно**» — задание выполнено правильно не менее чем наполовину, допущены 1-2 погрешности или одна грубая ошибка.

Оценка «**неудовлетворительно**» — допущены две (и более) грубые ошибки в ходе работы, которые обучающийся не может исправить даже по требованию преподавателя или задание не выполнено полностью.

Критерии оценки знаний при проведении тестирования

Требования к количеству вопросов в базе тестов определено в таблице:

Доля правильных ответов по результатам тестирования	Балльная оценка по тесту
[0; 50]	неудовлетворительно
[50; 70]	удовлетворительно
[70; 85]	хорошо
[85; 100]	отлично

Оценка «зачтено» соответствует параметрам любой из положительных оценок («отлично», «хорошо», «удовлетворительно»), а «незачтено» — параметрам оценки «неудовлетворительно».

Критерии оценки доклада

Доклад на конференции оценивается по нескольким критериям в соответствии с данным оценочным листом:

№ п/п	ФИО выступающего, наименование работы	Глубина проработки темы	Креативность докладчика (умение заинтересовать слушателей)	Убедительность заключительной части работы (качество выводов)	Качество устной презентации (доклад)	Качество компьютерной презентации (соответствие содержанию)	Качество ответов на вопросы слушателей	Соблюдение регламента (время доклада)	Примечания (особое мнение)
1.									
2.									
...									

По результатам выступления на конференции трем лучшим участникам выдаются почетные грамоты.

Критерии оценки задачи

Оценка «**отлично**» выставляется в том случае, когда обучающийся правильно и полностью решил задачу. Показал отличные умения и навыки решения профессиональных задач в рамках учебного материала.

Оценка «**хорошо**» выставляется в том случае, когда обучающийся решил правильно задачу, но в решении присутствуют незначительные неточности. Показал хорошие умения и навыки решения профессиональных задач в рамках учебного материала.

Оценка «**удовлетворительно**» выставляется в том случае, когда обучающийся решил задачу частично, с существенными неточностями.

Показал удовлетворительные умения и навыки решения простейших профессиональных задач в рамках учебного материала.

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется в том случае, когда обучающийся решил задачу неверно, либо решение не представлено вовсе. Умения и навыки решения профессиональных задач отсутствуют.

Критерии оценки знаний при проведении экзамена

Оценка **"отлично"** ставится студенту, обнаружившему всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой. Оценка **"отлично"** выставляется студентам, усвоившим взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявившим творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.

Оценка **"хорошо"** ставится, если студент обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполняет предусмотренные в программе задания, усвоил основную литературу, рекомендованную в программе. Оценка **"хорошо"** выставляется студентам, показавшим систематический характер знаний по дисциплине и способным к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.

Оценки **"удовлетворительно"** заслуживает студент, обнаруживший знания основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справляющийся с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой. Оценка **"удовлетворительно"** выставляется студентам, допустившим погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.

Оценка **"неудовлетворительно"** выставляется студенту, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Оценка **"неудовлетворительно"** ставится студентам, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании вуза без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

8 Перечень основной и дополнительной литературы

Основная учебная литература

1. Высшая математика для экономистов: учебник для студентов вузов, обучающихся по экономическим специальностям / Н. Ш. Кремер, Б. А.

Путко, И. М. Тришин, М. Н. Фридман; под редакцией Н. Ш. Кремер. – 3-е изд. – Москва: ЮНИТИ-ДАНА, 2017. – 481 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/74953.html>

2. Павлов Д. А. Математический анализ: дифференциальное и интегральное исчисление функции одной переменной: учебник / Д. А. Павлов, Н. П. Орлянская. – Краснодар: КубГАУ, 2019. – 180 с. – Режим доступа: https://edu.kubsau.ru/file.php/118/Uchebnoe_posobie_518570_v1_.PDF

3. Рогова, Н. В. Математический анализ. Часть 2. Интегральное исчисление: учебное пособие / Н. В. Рогова, Л. А. Соловьева, О. В. Старожилова. — Самара: Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2017. — 225 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/75384.html>

Дополнительная учебная литература

1. Андреева, И. Ю. Основы математического анализа. Функция нескольких переменных, дифференциальные уравнения, кратные интегралы : учебное пособие / И. Ю. Андреева, О. И. Вдовина, Н. В. Гредасов ; под редакцией А. Н. Сесекин. — Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2013. — 99 с. — ISBN 978-5-7996-0999-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/69869.html>

2. Боронина, Е. Б. Математический анализ: учебное пособие / Е. Б. Боронина. — 2-е изд. — Саратов: Научная книга, 2019. — 159 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/81022.html>

3. Плужникова, Е. Л. Математический анализ: дифференциальные уравнения : учебное пособие / Е. Л. Плужникова, Б. Г. Разумейко. — Москва : Издательский Дом МИСиС, 2011. — 238 с. — ISBN 978-5-87623-549-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/98865.html>

9 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень ЭБС

№	Наименование	Тематика	Ссылка
	IPRbook	Универсальная	http://www.iprbookshop.ru/
	Образовательный портал КубГАУ	Универсальная	https://edu.kubsau.ru/

10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

1. Павлов Д. А. Математический анализ: дифференциальное и интегральное исчисление функции одной переменной: учебник / Д. А. Павлов, Н. П. Орлянская. – Краснодар: КубГАУ, 2019. – 180 с. – Режим доступа: https://edu.kubsau.ru/file.php/118/Uchebnoe_posobie_518570_v1_.PDF

2. Орлянская Н.П. Математический анализ: сборник задач. Часть 1. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – 44 с. Режим доступа: https://edu.kubsau.ru/file.php/118/1Sbornik_zadach_Orljanskaja_404816_v1_.PDF

3. Орлянская Н.П. Математический анализ: сборник задач. Часть 2. – Краснодар: КубГАУ, 2017. – 69 с. Режим доступа: https://edu.kubsau.ru/file.php/118/2Sbornik_zadachCH_2_404817_v1_.PDF

11 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине позволяют: обеспечить взаимодействие между участниками образовательного процесса, в том числе синхронное и (или) асинхронное взаимодействие посредством сети "Интернет"; фиксировать ход образовательного процесса, результатов промежуточной аттестации по дисциплине и результатов освоения образовательной программы; организовать процесс образования путем визуализации изучаемой информации посредством использования презентационных технологий; контролировать результаты обучения на основе компьютерного тестирования.

11.1 Перечень лицензионного программного обеспечения

№	Наименование	Краткое описание
1.	Microsoft Windows	Операционная система
2.	Microsoft Office (включает Word, Excel, PowerPoint)	Пакет офисных приложений
3.	Система тестирования INDIGO	Тестирование

11.2 Перечень профессиональных баз данных и информационных

справочных систем

№	Наименование	Тематика	Электронный адрес
1.	Научная электронная библиотека «eLIBRARY.RU»	Универсальная	https://elibrary.ru

11.3 Доступ к сети Интернет и ЭИОС университета

12 Материально-техническое обеспечение для обучения по дисциплине

Планируемые помещения для проведения всех видов учебной деятельности

№ п/п	Наименование учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практики, иных видов учебной деятельности, предусмотренных учебным планом образовательной программы	Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий и используемого программного обеспечения	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом (в случае реализации образовательной программы в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор)
1	2	3	4
1	Математический анализ и дифференциальные уравнения	Помещение №110 ЗР, посадочных мест — 96; площадь — 79,9 кв.м.; учебная аудитория для проведения учебных занятий . специализированная мебель(учебная доска, учебная мебель); технические средства обучения, наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий (ноутбук, проектор, экран); программное обеспечение: Windows, Office. Помещение №112 ЗР, посадочных мест — 96; площадь — 49,7 кв.м.; учебная аудитория для проведения учебных занятий . специализированная мебель(учебная доска, учебная мебель); технические средства обучения, наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий (ноутбук, проектор, экран); программное обеспечение: Windows, Office. Помещение №223 ЗР, посадочных мест — 96; площадь — 84,9 кв.м.; учебная аудитория для проведения учебных занятий . специализированная мебель(учебная доска, учебная мебель); технические средства обучения, наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий (ноутбук, проектор, экран); программное обеспечение: Windows, Office. Помещение №4 ЭК, площадь — 31,1 кв.м.; помещение для хранения и профилактического	350044, Краснодарский край, г. Краснодар, ул. им. Калинина, 13

		обслуживания учебного оборудования. кондиционер — 2 шт.; лабораторное оборудование (шкаф лабораторный — 1 шт.; набор лабораторный — 1 шт.); технические средства обучения (принтер — 1 шт.; проектор — 1 шт.; микрофон — 1 шт.; ибп — 4 шт.; сервер — 1 шт.; носитель информации — 1 шт.; компьютер персональный — 15 шт.).	
2	Математический анализ и дифференциальные уравнения	Помещение №206 ЭК, посадочных мест — 20; площадь — 41 кв.м.; помещение для самостоятельной работы обучающихся. технические средства обучения (компьютер персональный — 9 шт.); доступ к сети «Интернет»; доступ в электронную информационно-образовательную среду университета; специализированная мебель (учебная мебель). Программное обеспечение: Windows, Office, специализированное лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, предусмотренное в рабочей программе. Помещение №211а НОТ, посадочных мест — 30; площадь — 47,1 кв.м; помещение для самостоятельной работы обучающихся. технические средства обучения (принтер — 2 шт.; экран — 1 шт.; проектор — 1 шт.; сетевое оборудование — 1 шт.; ибп — 1 шт.; компьютер персональный — 6 шт.); доступ к сети «Интернет»; доступ в электронную информационно-образовательную среду университета; специализированная мебель (учебная мебель). Программное обеспечение: Windows, Office, специализированное лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, предусмотренное в рабочей программе.	350044, Краснодарский край, г. Краснодар, ул. им. Калинина, 13

