

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА
И ГОСУДАРСТВЕННОЙ СЛУЖБЫ
ПРИ ПРЕЗИДЕНТЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»

ИНСТИТУТ ЭКОНОМИКИ, МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ
ФАКУЛЬТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И АНАЛИЗА ДАННЫХ
ОТДЕЛЕНИЕ ПРИКЛАДНОЙ ИНФОРМАТИКИ

кафедра эконометрики и математической экономики

УТВЕРЖДЕНА

решением кафедры Эконометрики и
математической экономики
Протокол № 10 от «02» июня 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.О.04 МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

направление подготовки
09.03.03 Прикладная информатика
направленность (профиль)
«Прикладная информатика в экономике»
квалификация
бакалавр
очно-заочная форма обучения

Год набора – 2021

Москва, 2020г.

Автор—составитель: к.ф.-м.н.
доцент кафедры Эконометрики и математической экономики

Дрёмов О.А.

Заведующий кафедрой
Эконометрики и математической экономики

Носко В.П.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения программы	4
2. Объем и место дисциплины в структуре ОП ВО	6
1. Содержание и структура дисциплины (модуля)	6
2. Материалы текущего контроля успеваемости обучающихся и фонд оценочных средств промежуточной аттестации по дисциплине	10
4.1. Формы и методы текущего контроля успеваемости.	10
4.2. Материалы текущего контроля успеваемости обучающихся	10
4.3. Методические материалы по проведению промежуточной аттестации	13
4.4 Методические материалы	16
3. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)	18
5.1. Методические указания по вопросам на понимание лекционного материала	18
5.2. Методические указания по подготовке вопросов для самостоятельного изучения к занятиям практического (семинарского) типов	18
5.3. Методические указания по выполнению практического задания	21
5.4. Методические рекомендации по подготовке к экзамену по дисциплине	21
5. Учебная литература и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", включая перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)	22
6.1. Основная литература.	22
6.2. Дополнительная литература.	22
6.3. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы.	18
6.4. Нормативные правовые документы.	22
6.5. Интернет-ресурсы.	22
6.6. Иные источники.	22
7. Материально-техническая база, информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы	Error! Bookmark not defined.

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения программы

1.1. Дисциплина «Математический анализ» обеспечивает овладение следующими компетенциями:

Код компетенции	Наименование компетенции	Код этапа освоения компетенции	Наименование этапа освоения компетенции
ОПК-1	Способность использовать нормативно-правовые документы, международные и отечественные стандарты в области информационных систем и технологий	ОПК-1.1	Способность применять свои знания в области математического анализа при моделировании управленческих процессов в различных сферах деятельности (экономика, гос. управление, социология, менеджмент, банковское дело, информационные технологии)
ОПК-6	Способность анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования;	ОПК-6.1	Способность использовать знания и аппарат математического анализа для решения всевозможных задач социально-экономической тематики
УК ОС-2	Способность разработать проект на основе оценки ресурсов и ограничений	УК ОС-2.1	Способность построения математических моделей социально-экономических процессов с использованием методов теории дифференциальных уравнений в рамках решения задачи Коши с учетом начальных и граничных условий.
		УК ОС-2.2	Способность создания проектов и моделей, отвечающих условиям оптимальности и минимализма при практическом применении

1.2. В результате освоения дисциплины у студентов должны быть сформированы:

ОТФ/ТФ (при наличии профстандарта)	Код этапа освоения компетенции	Результаты обучения
- подготовка математического обоснования используемых моделей процессов управления и составление аналитических отчётов по соответствию полученных результатов ожидаемым в соответствии с имеющимися нормативами	ОПК-1.1	на уровне знаний: методы математического анализа и алгебры, применяемые при моделировании управленческих процессов
		на уровне умений: применять математические методы в профессиональной деятельности
		на уровне навыков: минимальные навыки применения математического аппарата в профессиональной деятельности
- анализ, организация и управление экономическими процессами на основе составления математических моделей	ОПК-6.1	на уровне знаний: математические методы анализа при принятии решения
		на уровне умений: применять методы математического анализа и алгебры при решении профессиональных задач
		на уровне навыков: навыки использования математических методов в профессиональной деятельности
Способность разработать проект на основе оценки ресурсов и ограничений	УК ОС-2.1 УК ОС-2.2	на уровне знаний: знать достаточное количество информации по данной дисциплине для правильной оценки входящих данных
		на уровне умений: уметь осуществлять первичную и дальнейшую разработку проекта; грамотно оценивать ресурсы и ограничения
		на уровне навыков: владеть навыком построения и разработки проекта; навыками использования полученных знаний в профессиональной деятельности

2. Объем и место дисциплины в структуре ОП ВО

Объем дисциплины

Объем дисциплины а 3Е и академических/астрономических часах – 9 3Е (324/243 ч).

Количество академических/астрономических часов, выделенных на контактную работу – 56/42 часа (в т.ч. лек.- 24 ч., практ.-32 ч.); на самостоятельную работу обучающихся на – 196/147 часа.

Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина Б1.О.04 «Математический анализ» относится к обязательным дисциплинам базовой части учебного плана по направлению подготовки 09.03.03 Прикладная информатика.

Дисциплина изучается на 1 курсе в 1 и во 2 семестре

Дисциплины опирается на объём знаний школьного курса математики

Форма промежуточной аттестации – экзамен.

3. Содержание и структура дисциплины

№ п/п	Наименование тем (разделов)	Объем дисциплины (модуля), час.						Форма текущего контроля успеваем ости *, промежу точной аттестаци и
		Всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий				СР	
			Л	Л Р	ПЗ	К С Р		
Тема 1	Теория пределов	37	3		4		30	КР
Тема 2	Дифференциальное исчисление	43	4		5		34	КР
Тема 3	Интегральное исчисление	45	5		6		34	КР
Тема 4	Функции нескольких переменных	39	4		5		30	КР
Тема 5	Теория рядов	44	4		6		34	КР
Тема 6	Теория дифференциальных уравнений	44	4		6		34	КР
Промежуточная аттестация		72						экзамен
Всего академ/астроном.часов:		324/243	24/18		32/24		196/147	72/54

Примечание: * – формы текущего контроля успеваемости: опрос (О), тестирование (Т), контрольная работа (КР), коллоквиум (К), эссе (Э), реферат (Р), диспут (Д), домашнее задание (ДЗ)

Содержание дисциплины

№ п/п	Название темы	Основные вопросы и положения, раскрывающие содержание темы
Тема 1.	Теория пределов	<p>Числовые последовательности. Предел последовательности. Кванторы. Бесконечно большие и бесконечно малые последовательности. Ограниченность последовательности. Теоремы о сходимости последовательности. Простые и сложные проценты. Дисконтирование. Рыночная стоимость бессрочной облигации.</p> <p>Понятие предела функции. Определение предела функции по Гейне и по Коши. Бесконечный предел. Односторонний предел. Предел функции на бесконечности. Свойства бесконечно малых функций. Свойства пределов функций. Первый и второй замечательный пределы. Задача о непрерывном начислении процентов. Символ Ландау. Свойства символа «о»-малое. Асимптотические равенства. Определение непрерывности функции. Свойства непрерывных функций. Классификация точек разрыва. Свойства функций, непрерывных на отрезке. Экономическая интерпретация непрерывности.</p>
Тема 2.	Дифференциальное исчисление	<p>Правила вычисления производных.</p> <p>Производная функции одной переменной. Дифференциал функции. Правила вычисления производных и дифференциалов.</p> <p>Производные элементарных функций.</p> <p>Таблица производных. Вывод формул производных некоторых элементарных функций (логарифмической, степенной, показательной, тригонометрических и обратных тригонометрических функций).</p> <p>Инвариантность формы первого дифференциала.</p> <p>Отсутствие вида первого дифференциала функции.</p> <p>Геометрические приложения производной.</p> <p>Уравнение касательной к кривой.</p> <p>Вывод уравнения касательной к кривой. Нормаль.</p> <p>Угол между кривыми. Условие параллельности двух прямых. Условие перпендикулярности двух прямых.</p> <p>Геометрический смысл производной.</p> <p>Геометрический смысл производной как тангенса угла наклона. Геометрический смысл дифференциала (вертикальный катет в прямоугольном треугольнике).</p> <p>Производные и дифференциалы высших порядков.</p> <p>Производные и дифференциалы высших порядков. Случай независимой и зависимой переменной. Отсутствие инвариантности формы второго дифференциала.</p>

		<p>Производные функций, заданных неявно. Алгоритм нахождения производной функции заданной неявно. Производные функций, заданных параметрически. Правило нахождения производной параметрической функции. Основные теоремы дифференциального исчисления. Теоремы Ферма, Ролля, Лагранжа, Коши. Теорема Ферма (о равенстве нулю производной). Теорема Ролля (о нуле производной функции, принимающей на концах отрезка равные значения). Теорема Лагранжа (о конечных приращениях). Теорема Коши (об отношении конечных приращений двух функций). Правило Лопиталя. Раскрытие неопределенностей по правилу Лопиталя. Сравнение функций по скорости роста (теоретические задачи). Формулы Маклорена и Тейлора. Разложение функции по степеням x с остаточным членом в форме Пеано. Разложение элементарных функций по формуле Маклорена. Исследование функций с помощью производных. Экстремум. Понятие экстремума. Необходимое и достаточные условия экстремума. Наибольшее и наименьшее значение функции, непрерывной на отрезке. Выпуклость. Точки перегиба. Определение выпуклости и точек перегиба. Теорема об условиях направленности выпуклости вверх или вниз. Схема исследования функции на выпуклость. Асимптоты графика функции. Исследование функций и построение их графиков. Схема исследования функции с целью построения ее графика. Эластичность функции. Определение эластичности. Геометрическая интерпретация. Свойства эластичности. Эластичность элементарных функций.</p>
Тема 3.	Интегральное исчисление	<p>Понятие первообразной. Свойства неопределенного интеграла. Табличные интегралы. Методы нахождения неопределенных интегралов. Определенный интеграл. Площадь криволинейной трапеции. Свойства определенного интеграла. Формула Ньютона-Лейбница. Производная интеграла с переменным верхним пределом Формулы интегрирования. Формула замены переменной в определенном интеграле. Формула интегрирования по частям. Приближенное вычисление определенных интегралов.</p>

		<p>Оценка определенных интегралов.</p> <p>Оценка определенных интегралов. Вычисление площадей плоских фигур.</p> <p>Несобственные и двойные интегралы.</p> <p>Несобственные интегралы.</p> <p>Несобственные интегралы 1-го и 2-го рода.</p> <p>Эталонный интеграл 1-го и 2-го рода. Исследование на сходимость интегралов от знакопеременных функций.</p> <p>Использование интегралов в экономике.</p> <p>Задача о неравномерном распределении доходов.</p> <p>Задача замены оборудования.</p> <p>Двойные интегралы.</p> <p>Понятие двойного интеграла. Основные свойства двойного интеграла. Нахождение двойных интегралов.</p>
Тема 4.	Функции нескольких переменных	<p>Понятие функции нескольких переменных. Линии уровня. Предел функции нескольких переменных. Непрерывность функции нескольких переменных. Свойства непрерывных функций. Частные производные. Геометрический смысл частной производной. Определение дифференцируемости функции нескольких переменных. Связь между дифференцируемостью и непрерывностью. Полный дифференциал. Частные дифференциалы. Дифференцируемость сложной функции нескольких переменных. Производные неявных функций. Система уравнений в дифференциалах. Однородные функции. Производная по направлению. Градиент. Производные и дифференциалы высших порядков. Формула Тейлора. Макроэкономическая функция Кобба-Дугласа. Требования к производственной функции.</p>
Тема 5.	Теория рядов	<p>Числовой ряд. Сходимость и расходимость числового ряда. Необходимый признак сходимости ряда. Интегральный признак Коши. Признак Даламбера. Признак сравнения. Абсолютная и неабсолютная сходимость знакопеременного ряда. Признак Лейбница сходимости знакочередующегося ряда. Функциональные ряды. Область сходимости степенного ряда. Ряд Тейлора. Ряд Маклорена. Ряды Фурье. Применение рядов в экономике.</p>
Тема 6.	Теория дифференциальных уравнений	<p>Дифференциальные уравнения, их порядок, общий и частный интегралы. Задача Коши. Уравнения с разделяющимися переменными. Однородные уравнения первого порядка. Линейные уравнения первого порядка. Уравнения Бернулли. Уравнения в полных дифференциалах. Уравнения высших порядков, допускающие понижение порядка. Линейные однородные уравнения высших порядков с постоянными коэффициентами. Характеристическое уравнение. Линейные неоднородные уравнения высших порядков с постоянными коэффициентами. Нахождение частного интеграла в общем случае посредством квадратур. Задачи, приводящие к дифференциальным уравнениям.</p>

4. Материалы текущего контроля успеваемости обучающихся и фонд оценочных средств промежуточной аттестации по дисциплине

4.1. Формы и методы текущего контроля успеваемости.

4.1.1. В ходе реализации дисциплины «Математический анализ» используются следующие методы текущего контроля успеваемости обучающихся:

Тема (раздел)	Методы текущего контроля успеваемости
Тема 1	Контрольная работа №1
Тема 2	Контрольная работа №2
Тема 3	Контрольная работа №3
Тема 4	Контрольная работа №4
Тема 5	Контрольная работа №5
Тема 6	Контрольная работа №6

4.1.2 Экзамен проводится в форме устного ответа на билеты (по 2 теоретических вопроса и 2 задачи в билете).

4.2. Материалы текущего контроля успеваемости обучающихся

Текущий контроль успеваемости осуществляется непрерывно, на протяжении всего курса. Прежде всего, это устный опрос по ходу лекции, выполняемый для оперативной активизации внимания обучающихся и оценки их уровня восприятия. Помимо этого, контроль самостоятельной работы обучающихся осуществляется при опросе на практических занятиях, докладах с презентацией.

Вопросы для подготовки обучающихся к практическим занятиям

Тема 1. Дифференциальное исчисление.

1. Производная функции одной переменной. Дифференциал функции. Таблица производных. Вывод формул производных некоторых элементарных функций (логарифмической, степенной, показательной, тригонометрических и обратных тригонометрических функций).
2. Отсутствие вида первого дифференциала функции.
3. Вывод уравнения касательной к кривой. Нормаль. Угол между кривыми. Условие параллельности двух прямых. Условие перпендикулярности двух прямых.
4. Геометрический смысл производной как тангенса угла наклона. Геометрический смысл дифференциала (вертикальный катет в прямоугольном треугольнике).
5. Производные и дифференциалы высших порядков. Случай независимой и зависимой переменной. Отсутствие инвариантности формы второго дифференциала.
6. Алгоритм нахождения производной функции заданной неявно.
7. Правило нахождения производной параметрической функции.

8. Теоремы Ферма, Ролля, Лагранжа, Коши.
9. Раскрытие неопределенностей по правилу Лопиталя. Сравнение функций по скорости роста (теоретические задачи).
10. Разложение функции по степеням x с остаточным членом в форме Пеано. Разложение элементарных функций по формуле Маклорена.
11. Понятие экстремума. Необходимое и достаточные условия экстремума. Наибольшее и наименьшее значение функции, непрерывной на отрезке.
12. Определение выпуклости и точек перегиба. Теорема об условиях направленности выпуклости вверх или вниз. Схема исследования функции на выпуклость. Асимптоты графика функции.
13. Схема исследования функции с целью построения ее графика.
14. Определение эластичности. Геометрическая интерпретация. Свойства эластичности. Эластичность элементарных функций.

Тема 2. Интегральное исчисление.

1. Свойства неопределенного интеграла. Табличные интегралы. Методы нахождения неопределенных интегралов.
2. Площадь криволинейной трапеции. Свойства определенного интеграла. Формула Ньютона-Лейбница. Производная интеграла с переменным верхним пределом
3. Формула замены переменной в определенном интеграле. Формула интегрирования по частям. Приближенное вычисление определенных интегралов.
4. Оценка определенных интегралов. Вычисление площадей плоских фигур.
5. Несобственные интегралы 1-го и 2-го рода. Эталонный интеграл 1-го и 2-го рода. Исследование на сходимость интегралов от знакопеременных функций.
6. Использование интегралов в экономике.
7. Задача о неравномерном распределении доходов. Задача замены оборудования.
8. Понятие двойного интеграла. Основные свойства двойного интеграла. Нахождение двойных интегралов.

Тема 3. Теория вероятностей

1. Случайные события. Сумма, произведение случайных событий. Противоположные случайные события.
2. Основные формулы комбинаторики. Классическое определение вероятности.
3. Вероятность суммы конечного числа несовместимых событий. Вероятность противоположного события.
4. Вероятность произведения событий. Вероятность произведения независимых событий и событий независимых в совокупности.
5. Вероятность появления события в n независимых испытаниях хотя бы один раз.
6. Формула полной вероятности. Формула Байеса.
7. Локальная формула Муавра-Лапласа. Связь с формулой Бернулли.
8. Полиномиальная схема.
9. Случайные величины. Законы распределения случайных величин.
10. Математические операции над случайными величинами. Пример.
11. Математическое ожидание дискретной случайной величины. Свойства.
12. Дисперсия дискретной случайной величины. Свойства.
13. Функция распределения и ее свойства.
14. Непрерывные случайные величины, плотность вероятности. Формулы для вычисления попадания случайной величины в заданный интервал через функцию распределения и плотность вероятности.
15. Математическое ожидание и дисперсия непрерывных случайных величин.

Тема 4. Математическая статистика

1. Формула Пуассона. Распределение Пуассона, его математическое ожидание и дисперсия (без вывода).
2. Равномерный закон распределения. Вычисление математического ожидания и дисперсии. Построение графика функции распределения и плотности вероятности.
3. Показательный закон распределения. Вычисление математического ожидания и дисперсии. Построение графика функции распределения и плотности вероятности.
4. Нормальный закон распределения. Построение графика плотности вероятности. Исследование влияния параметров на распределение плотности вероятности.
5. Нормальный закон распределения. Вычисление математического ожидания и дисперсии.
6. Вероятность попадания нормально распределенной случайной величины в заданный интервал. Вероятность отклонения нормально распределенной случайной величины от ее математического ожидания меньше чем на ε .
7. Понятие многомерной случайной величины.
8. Функция распределения многомерной случайной величины. Ее свойства.
9. Плотность вероятности многомерной случайной величины. Ее свойства.
10. Зависимые и независимые случайные величины.
11. Ковариация и коэффициент корреляции.
12. Неравенство Чебышева. Закон больших чисел.
13. Цепи Маркова и их использование в моделировании экономических процессов.
14. Понятие о центральной предельной теореме Ляпунова. Особая роль нормального закона распределения.
15. Основные задачи математической статистики. Виды и способы отбора.
16. Генеральное и выборочное средние. Генеральная и выборочная дисперсии, формула для вычисления дисперсии.
17. Выборочное уравнение регрессии.
18. Коэффициент корреляции.

Тема 5. Линейная алгебра

1. Определения: матрицы, основной и расширенной матриц, квадратной, диагональной, единичной, нулевой и треугольной, строчной и столбцовой, транспонированной матриц.
2. Линейные и нелинейные операции над матрицами: сложение, умножение матрицы на число, умножение матриц, транспонирование матриц. Их свойства.
3. Определения: перестановки чисел, числа инверсий в перестановке, определителя. Вычисление определителя второго порядка, третьего порядка. Основные свойства определителя (одно из них доказать). Критерий равенства нулю определителя квадратной матрицы (с доказательством).
4. Определения: минора порядка k , минора элемента матрицы и алгебраического дополнения матрицы, ранга матрицы, элементарных преобразований матрицы. Понятие системы m линейных уравнений с n неизвестными. Методы окаймляющих миноров и элементарных преобразований для нахождения ранга матрицы. Теорема об инвариантности ранга матрицы относительно элементарных преобразований. Теорема о базисном миноре (формулировка).
5. Определения: линейного, однородного и неоднородного уравнения, решения СЛУ, совместной и несовместной СЛУ, определённой и неопределённой СЛУ. Теорема Кронекера-Капелли. Критерий единственности решения СЛУ.
6. Эквивалентные СЛУ. Элементарные преобразования СЛУ. Метод Гаусса
7. Определения невырожденной и обратной матрицы. Свойства обратной матрицы. Критерий существования обратной матрицы. Матричный метод решения системы (вывод формулы). Метод Крамера.

Тема 6. Теория комплексных чисел

1. Формы записи комплексного числа
2. Геометрическое представление комплексных чисел
3. Последовательности комплексных чисел
4. Предел, непрерывность, дифференцируемость ФКП
5. Условия Коши-Римана
6. Гармонические и гармонически сопряженные функции
7. Геометрический смысл производной
8. Конформные отображения. Прямая и обратная задачи
9. Элементарные функции (дробно-линейная функция, функция Жуковского, показательная функция, тригонометрические и гиперболические функции, степенная функция)
10. Мнозначные функции. Области однолиственности. Точки разветвления
11. Обратные функции (радикал, логарифм, обобщенно-степенная функция, обратные тригонометрические и гиперболические функции)
12. Понятие о римановой поверхности
13. Понятие интеграла от ФКП
14. Интегральные теоремы Коши
15. Неопределенный интеграл. Формула Ньютона-Лейбница
16. Интегральная формула Коши
17. Интеграл типа Коши. Высшие производные аналитической функции
18. Неравенство Коши. Теоремы Лиувилля и Морера
19. Ряды
20. Числовые ряды. Критерий Коши
21. Функциональные ряды. Условия сходимости
22. Свойства равномерно сходящихся рядов
23. Степенные ряды. Теорема Абеля и следствия из нее
24. Ряды Тейлора

4.3. Методические материалы по проведению промежуточной аттестации

4.3.1. Формируемые компетенции

Код компетенций	Наименование компетенции	Код этапа освоения компетенции	Наименование этапа освоения компетенции
ОПК-1	Способность использовать нормативно-правовые документы, международные и отечественные стандарты в области информационных систем и технологий	ОПК-1.1	Способность применять свои знания в области математического анализа при моделировании управленческих процессов в различных сферах деятельности (экономика, гос. управление, социология, менеджмент, банковское дело, информационные технологии)
ОПК-6	Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и	ОПК-6.1	Способность использовать знания и аппарат математического анализа для решения всевозможных задач социально-экономической тематики

	математического моделирования;		
УК ОС-2	Способность разработать проект на основе оценки ресурсов и ограничений	УК ОС-2.1	Способность построения математических моделей социально-экономических процессов с использованием методов теории дифференциальных уравнений в рамках решения задачи Коши с учетом начальных и граничных условий.
		УК ОС-2.2	Способность создания проектов и моделей, отвечающих условиям оптимальности и минимализма при практическом применении

4.3.2. Типовые оценочные средства

Промежуточный контроль проводится в форме экзамена и предусматривает устный ответ на вопросы по билету.

Код и наименование этапа освоения компетенции	Показатель оценивания	Критерий оценивания
ОПК-1.1 Использовать знания для определения основных законов естественнонаучных дисциплин и современных информационно-коммуникационных технологий в профессиональной деятельности;	Сформулированы положения основных законов естественнонаучных дисциплин (из областей физики, химии, географии) Приведены примеры направлений развития современных ИКТ в выбранной области Продemonстрировано на базовом уровне владение каким-либо программным обеспечением в выбранной области	Формулирует положения основных законов естественнонаучных дисциплин Демонстрирует знания о современных тенденциях в области ИКТ в выбранной профессиональной деятельности Владеет на базовом уровне программным обеспечением в выбранной области профессиональной деятельности
ОПК-6.1 Способность использовать знания и аппарат математического анализа для решения всевозможных задач социально-экономической тематики	Определены методы, используемые для упрощения и ускорения производственных процессов Определены программные продукты, использующие те или иные методы	Определяет методы, используемые для упрощения и ускорения различных видов производственных процессов
УК ОС-2.1, 2.2	Оценены преимущества новых программных продуктов	Разбирается в программных

Способность построения математических моделей социально-экономических процессов с использованием методов теории дифференциальных уравнений в рамках решения задачи Коши с учетом начальных и граничных условий. Способность создания проектов и моделей, отвечающих условиям оптимальности и минимализма при практическом применении		продуктах, использующих различные методы Оценивает преимущества новых программных продуктов
	Определяет тип(ы) проекта(ов) для участия в них с учетом личностных, социальных и профессиональных интересов (социальные, направленные на развитие волонтерского движения; профессионально-ориентированные, направленные на самоопределение студентов и др.) Определяет оптимальное количество необходимых для разработки проекта ресурсов Определяет существующие ограничения для реализации проекта Осуществляет оценку по количественным показателям ресурсов	Осуществлен выбор типа проекта и степени (уровня) участия студента в проекте Выражена готовность к сотрудничеству в различных группах (межпредметных) и определена ролевая позиция в группе по осуществлению проектов Оптимально распределены обязанности по задачам и подзадачам в рамках цели проекта

Перечень вопросов к экзамену:

1. Определение и способы задания функций. Различные системы координат.
2. Обзор элементарных функций.
3. Сходимость последовательности. Ограниченность последовательности.
4. Теоремы о сходимости последовательности.
5. Понятие предела функции. Свойства бесконечно малых функций.
6. Свойства пределов функций.
7. Первый и второй замечательный пределы.
8. Задача о непрерывном начислении процентов.
9. Символ Ландау и его свойства.
10. Асимптотические равенства.
11. Свойства непрерывных функций. Классификация точек разрыва.
12. Свойства функций, непрерывных на отрезке (теоремы Больцано-Коши и Вейерштрасса).
13. Производная функции одной переменной. Теорема о непрерывности функции в точке. Теорема о необходимом и достаточном условии дифференцируемости.
14. Правила вычисления производных и дифференциала. Производные элементарных функций.
15. Инвариантность формы первого дифференциала.
16. Уравнение касательной к кривой. Геометрический смысл производной и дифференциала. Угол между кривыми.
17. Производные и дифференциалы высших порядков.
18. Производные функций, заданных неявно.
19. Производные функций, заданных параметрически.
20. Теоремы дифференциального исчисления: Ферма, Ролля, Лагранжа, Коши.

21. Правило Лопиталя.
22. Сравнение функций по скорости роста.
23. Формулы Маклорена и Тейлора.
24. Необходимое и достаточные условия экстремума. Наибольшее и наименьшее значение функции, непрерывной на отрезке.
25. Выпуклость функции. Точки перегиба. Асимптоты графика функции.
26. Схема исследования функции с целью построения ее графика.
27. Эластичность функции. Свойства эластичности. Геометрическая интерпретация. Эластичность элементарных функций.
28. Экономическая интерпретация непрерывности.
29. Наращенные суммы. Задача об учете векселя в банке.
30. Рыночная стоимость бессрочной облигации.
31. Применение производной в экономике. Золотое правило экономики.

4.4 Методические материалы

4.4.1. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания ответов обучающихся на вопросы на понимание лекционного материала

Критериями оценки ответа обучающихся на лекционном занятии выступают:

- правильность ответов на вопросы преподавателя по изученному материалу;
- полнота и лаконичность ответа;
- степень понимания тематики предмета;
- логика и аргументированность изложения материала;
- приведение примеров, демонстрирующих умение и владение полученными знаниями по темам предмета в раскрытии поставленных вопросов.

4.4.2. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания при проведении опроса на практическом занятии

Оценки **"отлично"** заслуживает обучающийся, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание вопроса, умение свободно ориентироваться в теме, усвоивший основную, и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка "отлично" выставляется обучающимся, усвоившим взаимосвязь основных понятий в их значении для приобретаемой профессии, проявившим творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала;

Оценки **"хорошо"** заслуживает обучающийся, обнаруживший полное знание темы, успешно выполняющий предусмотренные программой задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе. Как правило, оценка "хорошо" выставляется обучающимся, показавшим систематический характер знаний по пройденному материалу и способным к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебы и профессиональной деятельности;

Оценки **"удовлетворительно"** заслуживает обучающийся, обнаруживший знание основного материала в объеме, необходимом для дальнейшего усвоения материала и предстоящей работы по профессии, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой.

Оценка **"неудовлетворительно"** выставляется обучающемуся, обнаружившему пробелы в знаниях основного материала темы, допустившему принципиальные ошибки в понимании и изложении учебного материала.

4.4.3. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания промежуточной аттестации по дисциплине

Промежуточный контроль проводится в форме экзамена и предусматривает устный ответ на вопросы по билету и решение 2 задач по пройденной тематике.

Оценка знаний обучающегося на экзамене носит комплексный характер и определяется его:

- ответом на экзамене;
- учебными достижениями в семестровый период.

Знания, умения, навыки обучающегося на экзамене оцениваются оценками: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Основой для определения оценки служит уровень усвоения обучающимися материала, предусмотренного данной рабочей программой.

Оценивание студента на экзамене по дисциплине «Математический анализ»

Оценка	Требования к знаниям
<i>Отлично</i>	Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает на экзамене, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятое решение. Учебные достижения в семестровый период демонстрируют высокую степень овладения программным материалом.
<i>Хорошо</i>	Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения. Учебные достижения в семестровый период демонстрируют хорошую степень овладения программным материалом.
<i>Удовлетворительно</i>	Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ. Учебные достижения в семестровый период демонстрируют достаточную (удовлетворительную) степень овладения программным материалом.
<i>Неудовлетворительно</i>	Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине. Учебные достижения в семестровый период не демонстрировали достаточную степень овладения программным материалом на пороговом уровне.

5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1. Методические указания по вопросам на понимание лекционного материала

На лекциях рекомендуется слушать предлагаемый лектором материал, при этом параллельно конспектировать основные положения, поскольку это дает наибольший результат в усвоении материала. Предоставляется возможность задавать вопросы на уточнение понимания темы и принимать участие в ее обсуждении.

Кроме этого, для лучшего освоения материала и систематизации знаний по дисциплине, необходимо постоянно разбирать материалы лекций по конспектам и учебным пособиям. Во время самостоятельной проработки лекционного материала особое внимание следует уделять возникшим вопросам, непонятным терминам, спорным точкам зрения. Все такие моменты следует выделить или выписать отдельно для дальнейшего обсуждения на семинарском занятии. В случае необходимости обращаться к преподавателю за консультацией. Полный список литературы по дисциплине приведен в разделе 6 программы.

5.2. Методические указания по подготовке вопросов для самостоятельного изучения к занятиям практического (семинарского) типов

Подготовка обучающегося к практическому занятию осуществляется на основании плана раскрытия темы практического занятия, которое разрабатывается преподавателем на основе рабочей программы и доводится до сведения обучающегося своевременно.

При подготовке к практическому занятию обучающемуся необходимо изучить внимательно основные вопросы темы семинара. Важным условием успешной подготовки к практическому занятию является четкая организация самостоятельной работы студентов по изучению учебной и дополнительной литературы. Умение анализировать и применять для ответов на вопросы и решения задач и заданий полученные знания при самостоятельной подготовке в значительной степени определяет успешность освоения материала по дисциплине и формирование у обучающихся соответствующих компетенций.

Подготовка вопросов для самостоятельного изучения включает: изучение необходимой литературы (обязательной, дополнительной литературы, специальных периодических изданий, Интернет-ресурсов), подготовку конспекта ответа, ответы на вопросы.

При подготовке к практическим занятиям важно:

- использовать достаточно широкий диапазон массива информации, провести обзор литературы и специальных изданий, составить каталог Интернет-ресурсов;
- представить различные подходы, четко и полно определить рассматриваемые понятия, выявить взаимосвязи понятий и явлений, взаимозависимости и связи с другими вопросами;
- грамотно структурировать материал, ясно, четко и логично его излагать, приводить соответствующие примеры из практики, для иллюстрации положений, тезисов и выводов использовать таблицы, схемы, графики, диаграммы.

Вопросы для самостоятельной подготовки к занятиям практического (семинарского) типа указаны в разделе 4.2.

5.2.1. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы.

Самостоятельная работа студентом осуществляется для закрепления изученного материала после практических занятий, для выполнения домашних заданий, для подготовки к контрольным работам, для изучения дополнительных материалов.

№ п/п	Тип занятия	Указания
Тема 1. Дифференциальное исчисление		
1	СРС	Познакомиться с дополнительным материалом по теории пределов. Обратить внимание на главные различия предела функции и предела последовательности. Рассмотреть понятие производной как предел отношения приращений.
2	СРС	Проработать материал по основным методам нахождения производных. Обратить внимание на геометрический смысл производной как тангенс угла наклона касательной. Посмотреть материал по бесконечно малым функциям и уяснить смысл символа Ландау. Обоснование асимптотических равенств.
3	СРС	Рассмотреть подробно основные теоремы дифференциального исчисления. Подробно изучить применение на практике 1-го и 2-го замечательных пределов. Найти в литературе подробное описание инвариантности формы первого дифференциала. Разобраться в способах нахождения производных функций, заданных неявно и параметрически.
4	СРС	Разобраться в схеме построения графика функции. Проработать дополнительно понятия выпуклость функции, точки перегиба и асимптоты графика функции. Рассмотреть на Интернет-ресурсах примеры построения графиков функций.
Тема 2. Интегральное исчисление		
5	СРС	Проработать материал по методам нахождения неопределенных интегралов. Выучить табличные интегралы. Разобрать основные моменты вычисления неопределенного интеграла методом интегрирования по частям.
6	СРС	Обратить особое внимание на определения понятия определенного интеграла как площади криволинейной трапеции. Знать особенности оценки определенных интегралов и вычисления площадей плоских фигур.
7	СРС	Подробно разобрать алгоритм исследования на сходимость несобственных интегралов и эталонных интегралов. Обратить особое внимание на исследование на сходимость интегралов от знакопеременных функций. Используя Интернет-ресурсы подробно рассмотреть вопрос об использовании интегралов в экономике. Рассмотреть примеры вычисления двойных интегралов с перестановкой порядка интегрирования.
Тема 3. Теория вероятностей		
8	СРС	Обратить внимание на основные формулы комбинаторики. Посмотреть подробнее на вероятность суммы конечного числа несовместимых событий и вероятность противоположного события. Используя Интернет-ресурсы, рассмотреть примеры использования формулы полной вероятности и формулы Байеса.

№ п/п	Тип занятия	Указания
9	СРС	Разобрать локальную формулу Муавра-Лапласа и ее связь с формулой Бернулли. Подробно рассмотреть примеры математических операций над случайными величинами. Проработать понятие и свойства математического ожидания дискретной случайной величины.
10	СРС	Уяснить понятие непрерывной случайной величины и плотности вероятности. Отработать формулы для вычисления попадания случайной величины в заданный интервал через функцию распределения и плотность вероятности. Подробно разобрать примеры на математическое ожидание и дисперсию непрерывных случайных величин. Изучить функцию распределения и ее свойства.
Тема 4. Математическая статистика		
11	СРС	Рассмотреть подробно равномерный закон распределения. Разобрать примеры построения графика функции распределения и плотности вероятности. Подробно разобрать примеры построения графика плотности вероятности и исследования влияния параметров на распределение плотности вероятности. Изучить проблему вычисления математического ожидания и дисперсии.
12	СРС	Подробно рассмотреть цепи Маркова и их использование в моделировании экономических процессов. Подробно рассмотреть решение основных задач математической статистики.
13	СРС	Уяснить понятие об оценивании параметров распределения. Провести интервальные оценки параметров распределения и оценку неизвестного математического ожидания нормально распределенной случайной величины при известном среднем квадратичном отклонении.
Тема 5. Методы линейной алгебры		
14	СРС	Подробно рассмотреть линейные и нелинейные операции над матрицами: сложение, умножение матрицы на число, умножение матриц, транспонирование матриц. Доказать основные свойства определителя. Выучить определения: минора порядка k , минора элемента матрицы и алгебраического дополнения матрицы, ранга матрицы, элементарных преобразований матрицы. Выучить теорему об инвариантности ранга матрицы относительно элементарных преобразований и теорему о базисном миноре
15	СРС	Подробно разобрать определения: линейного, однородного и неоднородного уравнения, решения СЛУ, совместной и несовместной СЛУ, определённой и неопределённой СЛУ. Дать формулировку теоремы с доказательством к методу Гаусса и методу Крамера. Дать определения системы однородных уравнений, тривиального решения и нетривиального решения, фундаментальной системы решений, а также назвать условие существования нетривиальных решений.
Тема 6. Комплексные числа и действия над ними		

№ п/п	Тип занятия	Указания
16	СРС	Рассмотреть формы записи комплексного числа. Геометрическое представление комплексных чисел. Последовательности комплексных чисел. Разобрать определение предела, непрерывности, дифференцируемости ФКП. Ознакомиться с понятием интеграла от ФКП. Доказательство интегральной теоремы Коши. Выучить определение неопределенного интеграла. Формула Ньютона-Лейбница.
17	СРС	Уяснить понятие числовых рядов. Выучить критерий Коши. Рассмотреть функциональные ряды и условия их сходимости. Свойства равномерно сходящихся рядов. Изучить степенные ряды и ряды Тейлора.

5.3. Методические указания по выполнению практического задания

Целью выполнения практического задания обучающимися по дисциплине «Математика» является закрепление знаний и практических умений по изученным темам.

При этом обучающимся следует решить подготовленные практические задания под руководством преподавателя.

5.4. Методические рекомендации по подготовке к экзамену по дисциплине

Ответ на экзамене предусматривает устный ответ на теоретические вопросы и решение практической задачи.

При подготовке к экзамену обучающийся обращается к пройденному материалу, сосредоточенному в конспектах лекций, учебниках и других источниках информации. Повторяя, обобщая, закрепляя и дополняя полученные знания, поднимает их на качественно-новый уровень — уровень системы совокупных данных, что позволяет ему понять логику всего предмета в целом. Новые знания обучающийся получает в ходе самостоятельного изучения того, что не было изложено в лекциях и на семинарских занятиях.

Экзамен как особая форма учебного процесса имеет свои особенности, специфические черты и некоторые аспекты, которые необходимо обучающемуся знать и учитывать в своей работе. Это, прежде всего:

- что и как запоминать при подготовке к экзамену;
- по каким источникам и как готовиться;
- на чем сосредоточить основное внимание;
- каким образом в максимальной степени использовать программу курса;
- что и как записать, а что выучить дословно и т. п.

На экзамене, как правило, проверяется не столько уровень запоминания обучающимся учебного материала, сколько то, насколько успешно он оперирует теми или иными научными понятиями и категориями, систематизирует факты, как умеет мыслить, аргументировано отстаивать определенную позицию, объясняет и пересказывает заученную информацию.

Программу курса необходимо максимально использовать как в ходе подготовки, так и на самом экзамене. Ведь она включает в себя разделы, темы и основные проблемы, в рамках которых и формируются вопросы для экзамена.

Оптимальным для подготовки к экзамену является вариант, когда обучающийся начинает подготовку к нему с первых занятий по данному курсу.

При подготовке к экзамену по наиболее сложным вопросам, ключевым проблемам

и важнейшим понятиям необходимо сделать краткие письменные записи в виде тезисов, планов, определений. Особое внимание в ходе подготовки к экзамену следует уделять конспектам лекций, ибо они обладают рядом преимуществ по сравнению с печатной продукцией. Как правило, они более детальные, иллюстрированные, что позволяет оценивать современную ситуацию, отражать самую свежую научную и оперативную информацию, отвечать на вопросы, интересующие аудиторию, в данный момент, тогда как при написании и опубликовании печатной продукции проходит определенное время, и материал быстро устаревает.

В то же время подготовка по одним конспектам лекций недостаточна, необходимо использовать и иную учебную литературу. Не следует бояться дополнительных и уточняющих вопросов на экзамене. Они, как правило, задаются или помимо экзаменационного вопроса для выявления общей подготовленности, или в рамках билета для уточнения высказанной мысли.

6. Учебная литература и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", включая перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Основная литература.

1. Математический анализ и инструментальные методы решения задач : учебник : [в 2 кн.] / В. Г. Чирский, К. Ю. Шилин ; Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации (РАНХиГС). - Москва : Дело, 2019. - . - (Серия "Учебники Президентской академии").

Кн. 1. - 2019. - 461 с. : ил. - Библиогр.: с. 455-456. - Предм. указ.: с. 457-461. - 3000 экз. - ISBN [978-5-7749-1384-8](#)

Кн. 2. - 2019. - 270 с. : ил. - Библиогр.: с. 265-266. - Предм. указ.: с. 267-270. - 3000 экз. - ISBN [978-5-7749-1385-5](#)

2. Малугин В.А. Математика для экономистов. Математический анализ. Курс лекций. М.: Эксмо, 2005.

3. Математика Учебник для студентов вузов: автор Кузнецов Б.Т., изд-во Юнити-Дана, 2008, с. 719, ISBN5-238-00754-х, 206-00

6.2. Дополнительная литература.

1. Кудрявцев Л.Д. Краткий курс математического анализа. 3-е изд., перераб. - М.: Физматлит, т.1 - 400с.; т.2 - 424с., 2005г.

2. Распознавание и спецификация структур данных, автор А.В. Бабичев, изд. Ленанд, с. 192, 393-00, 2009г.

6.3. Нормативные правовые документы.

Не предусмотрены.

6.4. Интернет-ресурсы.

<http://mathem.by.ru/index.html> - Математика online

<http://www.reshebnik.ru> - Решебник.Ru: Высшая математика и эконометрика — задачи, решения

<http://allbest.ru/mat.htm> - Электронные бесплатные библиотеки

6.5. Иные источники.

Не предусмотрены.

7. Материально-техническая база, информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и промежуточной аттестации.

Оборудование:

Рабочие места студентов: парты, стулья;

Рабочее место преподавателя: стол, стул;

Доска для рисования маркерами;

Мультимедийный проектор.

Учебная аудитория для проведения практических занятий.

Оборудование:

Рабочие места студентов: столы, стулья;

Рабочее место преподавателя: стол, стул;

Доска для рисования маркерами,

Доска интерактивная;

Мультимедийный проектор;

Персональные компьютеры: Core i7 / 8Gb / 2000Gb -15 шт.

Программное обеспечение:

Microsoft Windows 10 Corporate 1909 (контракт с продавцом АО «Ланит» от 18.10.2019 №117/08-19, до 31.12.2020г.);

Microsoft Office 2019 (контракт с продавцом АО «Ланит» от 18.10.2019 №117/08-19, до 31.12.2020г.);

Google Chrome 76.0.3809.100 (свободная лицензия);

Консультант (контракт с продавцом ЗАО «КонсультантПлюс» от 18.06.2009 № б/н).

Библиотека (абонемент, читальный и компьютерный залы)

Учебная аудитория для самостоятельной работы студента.

Оборудование:

Рабочие места студентов: столы, стулья;

Персональные компьютеры.

Программное обеспечение:

Microsoft Windows 10 Corporate 1909 (контракт с продавцом АО «Ланит» от 18.10.2019 №117/08-19, до 31.12.2020г.);

Microsoft Office 2019 (контракт с продавцом АО «Ланит» от 18.10.2019 №117/08-19, до 31.12.2020г.);