

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Хоружий Людмила Ивановна
Должность: Директор института экономики и управления АПК
Дата подписания: 14.08.2025 15:01:48
Уникальный идентификатор документа:
1e90b131c9b04dce67585160b015dddf2cb1e6a9



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»
(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

Институт экономики и управления АПК
Кафедра высшей математики



УТВЕРЖДАЮ:

Директор института
экономики и управления АПК

Л.И. Хоружий

«28» августа 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.О.09 «Математический анализ»

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление: 09.03.02 «Информационные системы и технологии»

Направленности: «Большие данные и машинное обучение», «Компьютерные науки и технологии искусственного интеллекта»

Курс 1, 2

Семестры 2, 3

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2025

Москва, 2025

Разработчик: Иноземцев А.И., канд. ф.-м. наук, доцент
(ФИО, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

«28» августа 2025 г.

Рецензент: Коноплин Н.А. к.ф.-м.н. доцент
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

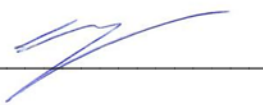

(подпись)

«28» августа 2025 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 09.03.02 «Информационные системы и технологии» и учебного плана по данному направлению.

Программа обсуждена на заседании кафедры высшей математики
протокол № 1 от «28» августа 2025г.

И.о. зав. кафедрой Прудкий А.С., к.п.н. доцент


(подпись)

«28» августа 2025г.

Согласовано:

Председатель учебно-методической
комиссии института Экономики и
управления АПК

Гупалова Т.Н. к.э.н, доцент



«28» августа 2025г.

Заведующий выпускающей кафедрой
статистики и кибернетики

Уколова А.В., канд.экон.наук, доцент
(ФИО, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

«28» августа 2025г.

Зав.отделом комплектования ЦНБ



СОДЕРЖАНИЕ

АННОТАЦИЯ.....	4
1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ.....	4
3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	5
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	5
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ	5
ПО СЕМЕСТРАМ	5
4.2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	7
4.3. ЛЕКЦИИ И ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	10
5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.....	15
6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	15
6.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	15
6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ	24
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	26
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	26
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА	26
7.3 НОРМАТИВНЫЕ ПРАВОВЫЕ АКТЫ.....	ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.
7.4 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ	27
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	27
8.1. ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ.....	27
8.2. БАЗЫ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННО-СПРАВОЧНЫЕ И ПОИСКОВЫЕ СИСТЕМЫ.....	28
9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ.....	28
10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	28
ТРЕБОВАНИЯ К АУДИТОРИЯМ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЗАНЯТИЙ	28
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	29
12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	30

АННОТАЦИЯ
рабочей программы учебной дисциплины
Б1.О.09 «Математический анализ»

для подготовки бакалавров по направлению 09.03.02 «Информационные системы и технологии», направленности: «Большие данные и машинное обучение», «Компьютерные науки и технологии искусственного интеллекта»

Цель освоения дисциплины: развитие способности применения естественнонаучных и инженерных знаний, методов математического анализа и моделирования, математической культуры, приобретение соответствующих знаний, умений и навыков в использовании математических методов, основ математического моделирования, выработка умений самостоятельно расширять математические знания и проводить математический анализ прикладных задач.

Место дисциплины в учебном плане: дисциплина «Математический анализ» включена в обязательную часть учебного плана по направлению подготовки 09.03.02 «Информационные системы и технологии», осваивается в 2 и 3 семестрах.

Требования к результатам освоения дисциплины: в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2.)

Краткое содержание дисциплины: введение в математический анализ, дифференциальное исчисление функций одной переменной, дифференциальное исчисление функций многих переменных, интегральное исчисление функций одной и нескольких переменных, дифференциальные уравнения, числовые и степенные ряды.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зач. ед. (252 час.).

Промежуточный контроль по дисциплине: 2 семестр – зачет, 3 семестр – экзамен.

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Математический анализ» является ознакомление бакалавров с основами математического анализа, необходимыми для формулирования и решения профессиональных задач, развитие способности применения естественнонаучных и инженерных знаний, методов математического анализа и моделирования. Цель также заключается в приобретении студентами теоретических и практических знаний и в формировании умений и навыков, позволяющих участвовать в разработке математических моделей, методов математического исследования прикладных вопросов. Кроме того, математика является базовой для всех предметов, использующих математические методы.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Дисциплина «Математический анализ» включена в обязательный перечень дисциплин учебного плана обязательной части цикла Б1. Дисциплина «Математический анализ» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 09.03.02 «Информационные системы и технологии».

Для освоения дисциплины необходимы знания математики в объеме, предусмотренном базовым уровнем федерального компонента ГОС среднего (полного) общего образования по математике.

Математический анализ является предшествующей для дисциплин: «Математическая статистика», «Дискретная математика», «Методы оптимизации»; «Эконометрика»; «Многомерные статистические методы».

Особенностью программы является изучение всех основных разделов математического анализа, использование которых дает возможность построения математической модели теоретического и экспериментального исследования.

Рабочая программа дисциплины «Математический анализ» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Образовательные результаты освоения дисциплины обучающимся, представлены в таблице 1.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 7 зач. ед. (252 часов), их распределение по видам работ семестрам представлено в таблице 2.

Таблица 1

Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компе- тенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1.	ОПК-1	Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности;	ОПК-1.1 Знать: основы математики, физики, вычислительной техники и программирования	Основные понятия, модели и методы математического анализа.		
			ОПК-1.2 Уметь: решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общетехнических знаний, методов математического анализа и моделирования		Использовать базовые знания в области математического анализа для решения задач профессиональной деятельности, использовать основные модели для моделирования более сложных практико-ориентированных систем с использованием пакетов вычислительных программ MS Excel, GeoGebra и др.	

ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 2

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость		
	час.	В т.ч. по семестрам	
		№2	№3
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	252	108	144
1. Контактная работа:	124,65	72,25	52,4
Аудиторная работа	122	72	50
<i>в том числе:</i>			
<i>лекции (Л)</i>	52	36	16
<i>практические занятия (ПЗ)</i>	70	36	34
<i>консультации перед экзаменом</i>	2		2
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,65	0,25	0,4
2. Самостоятельная работа (СРС)	127,35	35,75	91,6
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.)</i>	82,35	26,75	55,6
<i>Подготовка к экзамену (контроль)</i>	36		36
<i>Подготовка к зачёту (контроль)</i>	9	9	
Вид промежуточного контроля:		Зачет	Экзамен

4.2. Содержание дисциплины

Таблица 3

Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ	ПКР	
Раздел 1 «Введение в анализ»	21,75	8	8		5,75
Раздел 2 «Дифференциальное исчисление функций одной переменной»	30	10	12		8
Раздел 3 «Интегральное исчисление функций одной переменной»	36	12	10		14
Раздел 4 «Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных»	20	6	6		8
Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,25			0,25	
Всего за 1 семестр	108	36	36	0,25	35,75
Раздел 5 «Кратные и криволинейные интегралы»	32	4	8		20
Раздел 6 «Дифференциальные уравнения»	62,6	6	16		40,6
Раздел 7 «Ряды»	47	6	10		31

Наименование разделов	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ	ПКР	
Консультации перед экзаменом	2			2	
Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,4			0,4	
Всего за 2 семестр	144	16	34	2,4	91,6
Итого по дисциплине	252	52	70	2,65	127,35

Раздел 1. Введение в анализ

Тема 1. Понятие числовой функции.

Множества, операции над множествами. Отношения на множествах. Упорядоченные и линейно упорядоченные множества. Топологическое, метрическое и нормированные пространства. Отображения, виды отображений. Функция, функционал, оператор. Функция одной переменной. Понятие, область определения, множество значений. Основные свойства функции: монотонность, четность, периодичность, ограниченность. Основные элементарные функции. Элементарные функции.

Тема 2. Вычисление пределов.

Предел функции в точке и на бесконечности: понятие, геометрическая интерпретация. Свойства пределов. Бесконечно малые и бесконечно большие функции, их свойства. Первый и второй замечательные пределы. Непрерывность функции, понятие о точках разрыва, классификация точек разрыва.

Раздел 2. Дифференциальное исчисление функций одной переменной.

Тема 1. Понятие производной.

Производная функции: определение, ее физический и геометрический смысл.

Основные правила дифференцирования: производная постоянной, производная суммы, произведения, частного функций. Таблица производных основных элементарных функций. Производная сложной функции. Производные высших порядков. Понятие дифференциала функции, его свойства. Геометрический смысл дифференциала.

Тема 2. Приложения производной.

Основные теоремы дифференциального исчисления: теоремы Ферма, Ролля, Лагранжа, правило Лопиталя. Исследование функции: возрастание и убывание функции, экстремум, выпуклость и вогнутость, точки перегиба. Приложение производных к решению практических задач.

Раздел 3. Интегральное исчисление функции одной переменной

Тема 1. Неопределенный интеграл

Первообразная функции и неопределенный интеграл. Свойства неопределенного интеграла. Интегралы от основных элементарных функций. Таблица неопределенных интегралов Методы интегрирования: метод разложения, подведение под знак дифференциала, метод замены, интегрирование по частям.

Тема 2. Определенный интеграл.

Понятие определенного интеграла Римана, его свойства. Теорема о среднем.

Формула Ньютона-Лейбница. Методы вычисления определенного интеграла.

Геометрические приложения определенного интеграла. Вычисление площади и объема фигуры вращения Несобственные интегралы с бесконечными пределами интегрирования. Интеграл Стильтьеса, Мак Шейна, Хенстока-Курцвейля. Понятие производной и интеграла дробного порядка. Производная и интеграл Римана-Ливилля. Понятие функционального, дифференциального, интегрального и частно-интегрального уравнения.

Раздел 4. Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных

Тема 1. Понятие функции двух переменных.

Понятие функции нескольких переменных. Область определения функции нескольких переменных, ее графическое изображение. Частные и полное приращения функции двух переменных. Частные производные. Частные производные высших порядков. Обобщенная производная.

Тема 2. Приложения частных производных.

Экстремум, необходимое и достаточное условия существования экстремума функции нескольких переменных. Понятие об эмпирических формулах, метод наименьших квадратов. Элементы теории функций комплексного переменного.

Раздел 5. Кратные и криволинейные интегралы

Тема 1. Двойные интегралы

Двойной интеграл: определение, свойства, вычисление.

Приложения двойных интегралов.

Тема 2. Тройные интегралы

Тройной интеграл: определение, свойства, вычисление.

Приложения тройных интегралов.

Пространство Лебега, анизотропное пространство Лебега.

Тема 3. Криволинейные интегралы

Криволинейный интеграл первого и второго рода, его свойства, вычисление, приложение.

Раздел 6. Дифференциальные уравнения

Тема 1. Обыкновенные дифференциальные уравнения первого порядка

Дифференциальные уравнения 1-го порядка: уравнения с разделяющимися переменными, однородные уравнения, линейные уравнения, уравнения Бернулли, Риккати, Клеро, Лагранжа. Уравнения допускающие понижение порядка.

Тема 2. Линейные дифференциальные уравнения высших порядков

Линейные неоднородные дифференциальные уравнения высших порядков с постоянными коэффициентами со специальной правой частью.

Раздел 7. Ряды.

Тема 1 Числовые ряды.

Числовые ряды: ряды с положительными членами, знакочередующиеся ряды, абсолютная и условная сходимость.

Тема 2 Степенные ряды.

Функциональные ряды. Область и радиус сходимости функциональных рядов. Степенные ряды. Ряды Фурье.

4.3. Лекции и практические занятия

Таблица 4

Содержание лекций, практических занятий и контрольных мероприятий

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
1	Раздел 1. Введение в анализ				16
	Тема 1. Понятие числовой функции	Лекция №1-2. Функция одной переменной. Понятие, область определения, множество значений. Основные свойства функции: монотонность, четность, периодичность, ограниченность. Основные элементарные функции. Элементарные функции.	ОПК-1.1, ОПК-1.2		4
		Практическое занятие № 1. Понятие функции, способы ее задания. Элементарные функции, построение графиков	ОПК-1.1, ОПК-1.2	Контрольная работа №1	2
	Тема 2. Вычисление пределов.	Лекция № 3-4. Способы вычисления пределов функций. Способы вычисления пределов функций. Точки разрыва.	ОПК-1.1, ОПК-1.2		4
		Практическое занятие № 2-3. Способы вычисления пределов функций. Точки разрыва.	ОПК-1.1, ОПК-1.2	Контрольная работа №1	4
		Практическое занятие № 4. Контрольная работа № 1 Пределы функций	ОПК-1.1, ОПК-1.2	Контрольная работа №1	2
2	Раздел 2. Дифференциальное исчисление функции одной переменной				22
	Тема 1. Понятие производной.	Лекция № 1-2. Понятие производной. Таблица производных. Сложная функция. Производная сложной функции. Техника дифференцирования.	ОПК-1.1, ОПК-1.2		4

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		Практическое занятие № 1-2. Таблица производных. Сложная функция. Производная сложной функции. Техника дифференцирования.	ОПК-1.1, ОПК-1.2	Контрольная работа № 2	4
		Лекция № 2-5. Приложения производных. Исследование функций, прикладные задачи	ОПК-1.1, ОПК-1.2		6
		Практическое занятие № 3-4. Приложения производных. Исследование функций, прикладные задачи	ОПК-1.1, ОПК-1.2	Контрольная работа № 2	6
		Практическое занятие № 5 Контрольная работа № 2 “Дифференциальное исчисление функции одной переменной ”	ОПК-1.1, ОПК-1.2	Контрольная работа № 2	2
3	Раздел 3. Интегральное исчисление функции одной переменной				22
	Тема 1. Неопределенный интеграл.	Лекция № 1-2 Первообразная функции и неопределенный интеграл. Свойства неопределенного интеграла. Интегралы от основных элементарных функций. Таблица неопределенных интегралов.	ОПК-1.1, ОПК-1.2		2
		Практическое занятие № 1-3. Метод интегрирования по частям. Метод замены, интегралы с квадратным трехчленом в знаменателе.	ОПК-1.1, ОПК-1.2	Контрольная работа №3	2
		Лекция № 3-4. Методы интегрирования: метод разложения, подведение под знак дифференциала, метод замены, интегрирование по частям.	ОПК-1.1, ОПК-1.2		6
		Практическое занятие № 4-5. Интегрирование рациональных, тригонометрических и иррациональных выражений. Постановки Эйлера, Чебышева.	ОПК-1.1, ОПК-1.2	Контрольная работа №3	2
	Тема 2. Определенный интеграл.	Лекция № 5-9. Понятие определенного интеграла, его свойства. Теорема о среднем. Формула Ньютона-Лейбница. Методы вычисления определенного интеграла.	ОПК-1.1, ОПК-1.2		4

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Форми руемы е компет енции	Вид контрольного мероприятия	Кол- во час- сов
		Геометрические приложения определенного интеграла. Вы- числение площади и объема фи- гуры вращения Несобственные интегралы с бесконечными пре- делами интегрирования.			
		Практическое занятие № 6-7. Вычисление определенных ин- тегралов.	ОПК- 1.1, ОПК- 1.2	Контрольная работа №3	2
		Практическое занятие №8 При- ложения определенного инте- грала.	ОПК- 1.1, ОПК- 1.2	Контрольная работа №3	2
		Практическое занятие № 9. Контрольная работа № 3. Нахождение неопределенных и определенных интегралов.	ОПК- 1.1, ОПК- 1.2	Контрольная работа №3	2
4	Раздел 4. Функции нескольких переменных				12
	Тема 1. Понятие функции двух переменных.	Лекция № 1-2. Функции многих переменных, предел и непре- рывность. Частные производ- ные, частные производные выс- ших порядков, уравнение кас- ательной плоскости и нормали, дифференциал функции двух переменных.	ОПК- 1.1, ОПК- 1.2		4
		Практическое занятия № 1-3. Частные производные, частные производные высших порядков, уравнение касательной плоско- сти, дифференциал функции двух переменных	ОПК- 1.1, ОПК- 1.2	Контрольная работа № 4	2
		Лекция № 3. Исследование на экстремум функций 2 перемен- ных.	ОПК- 1.1, ОПК- 1.2		2
		Практическое занятие № 4-5. Исследование на экстремум функций 2 переменных. Макси- мум и минимум функции в за- мкнутой области	ОПК- 1.1, ОПК- 1.2	Контрольная работа № 4	2
		Практическое занятие № 6. Контрольная работа № 4 “Функции нескольких перемен- ных”	ОПК- 1.1, ОПК- 1.2	Контрольная работа № 4	2
		Итого за 2 семестр			

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Форми руемы е компет енции	Вид контрольного мероприятия	Кол- во час- сов
5	Раздел 5. Кратные и криволинейные интегралы				12
	Тема 1. Двойные и тройные интегралы.	Лекция № 1. Двойной интеграл: определение, свойства, вычисление. Приложения двойных интегралов. Тройной интеграл: определение, свойства, вычисление.	ОПК-1.1, ОПК-1.2		2
		Практическое занятие № 1-2. Двойной интеграл и его вычисление	ОПК-1.1, ОПК-1.2	Контрольная работа № 5	2
		Практическое занятие № 3. Двойной интеграл и его приложения.	ОПК-1.1, ОПК-1.2	Контрольная работа № 5	2
	Тема 2. Криволинейные интегралы 1 и 2 рода	Лекция №2 Криволинейные интегралы первого и второго рода и их приложения	ОПК-1.1, ОПК-1.2		2
		Практическое занятие № 4. Вычисление криволинейных интегралов	ОПК-1.1, ОПК-1.2	Контрольная работа № 5	4
6	Раздел 6. Дифференциальные уравнения				22
	Тема 1. Обыкновенные дифференциальные уравнения первого порядка	Лекция № 1. Обыкновенные дифференциальные уравнения первого порядка	ОПК-1.1, ОПК-1.2		4
		Практическое занятие № 1-2. Решение дифференциальных уравнений первого порядка	ОПК-1.1, ОПК-1.2	Контрольная работа № 6	8
	Тема 2 Линейные дифференциальные уравнения высших порядков	Лекция № 2. Линейные уравнения высших порядков	ОПК-1.1, ОПК-1.2		2
		Практическое занятие № 3. Решение линейных неоднородных дифференциальных уравнений.	ОПК-1.1, ОПК-1.2	Контрольная работа № 6	6
		Практическое занятие № 4. Контрольная работа № 5 Дифференциальные уравнения первого и высших порядков	ОПК-1.1, ОПК-1.2	Контрольная работа № 6	2
7	Раздел 7. Ряды.				16
	Тема 1. Числовые ряды	Лекция № 1. Числовые ряды: ряды с положительными	ОПК-1.1,		2

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Форми руемы е компет енции	Вид контрольного мероприятия	Кол- во час- сов
		членами, знаменатели, знаменатели ряды, абсолютная и условная сходимость.	ОПК- 1.2		
		Практическое занятие № 1. Определение сходимости число- вых рядов	ОПК- 1.1, ОПК- 1.2	Контрольная работа № 7	4
	Тема 2. Функцио- нальные ряды	Лекция № 2. Функциональные ряды. Область и радиус сходи- мости функциональных рядов. Степенные ряды. Ряды Фурье.	ОПК- 1.1, ОПК- 1.2		4
		Практическое занятие № 2. Нахождение радиуса и области сходимости функциональных ря- дов. Разложение функций в сте- пенные и тригонометрические ряды	ОПК- 1.1, ОПК- 1.2	Контрольная работа № 7	4
		Практическое занятие № 3. Контрольная работа № 6 Ряды.	ОПК- 1.1, ОПК- 1.2	Контрольная работа № 7	2
	Всего				50

Таблица 5

Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	№ темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
Раздел 1. Введение в анализ		
1	Тема 1 Понятие числовой функции	Неявный способ задания функции (ОПК-1)
2	Тема 1 Понятие числовой функции	Понятие числовой последовательности и вычисление её предела
Раздел 3. Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных.		
2	Тема 2 Приложения производной	Метод наименьших квадратов (ОПК-1)
Раздел 4. Интегральное исчисление функций одной переменной.		
3	Тема 1 Неопределенный интеграл	Методы интегрирования иррациональ- ных и тригонометрических выражений (ОПК-1)
Раздел 7. Ряды		
4	Тема 2 Степенные ряды	Приложения степенных рядов (ОПК-1)
5	Тема 2 Степенные ряды	Ряды Фурье (ОПК-1)

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Таблица 6

Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
1.	Основные эквивалентности как следствия замечательных пределов	Л
2.	Решение дифференциальных уравнений допускающих понижение порядка	ПЗ

6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и опыта деятельности

Кейс-задача

Компетенция	Задание
ОПК-1.1	1. Определить точки разрыва, их вид и изобразить график функции $y = \begin{cases} x + 2, & \text{при } x \in (-\infty; -1) \cup [3; 4] \\ x^2, & \text{при } x \in (-1; 3) \\ -2^x + 22, & \text{при } x \in (4; 5] \\ \frac{1}{5-x}, & \text{при } x \in (5; +\infty) \end{cases}$ 2. Вычислить предел: $\lim_{x \rightarrow 0+} (\cos \sqrt{x})^{\frac{1}{x}}$ 3. Найти производную функции: $y = \sqrt{\ln \arctg e^{\cos \frac{1}{x}}}$ 4. Исследовать и построить график функции: $y = x e^{-x^2}$ 5. Найти наибольшее и наименьшее значения функции $y = x^2 + 3xy - y^2 - 4y$ на области $D: y = -1, x = 2, y = x + 2$. 6. Вычислить неопределенный интегралы $\int \frac{dx}{\sqrt{x^2 + 2x + 2}}, \quad \int \frac{dx}{\sqrt{-x^2 + 2x + 3}},$ $\int \frac{dx}{x^2 + 2x + 2}, \quad \int \frac{dx}{-x^2 + 2x + 3}$

7. Найти площадь фигуры, ограниченной линиями

$$y = \frac{2}{x}, \quad y = x + 1, \quad y = 0, \quad x = 3.$$

8. Найти длину линии $y = \frac{x^2}{2}$ на участке $x \in [0; 1]$.

9. Найти объем тела вращения фигуры, ограниченной линиями $y = \sin x$, $x = 0$, $x = \pi$, $y = 0$ вокруг оси Ox .

10. Найти площадь поверхности тела вращения фигуры, ограниченной линиями $y = \sin x$, $x = 0$, $x = \pi$, $y = 0$ вокруг оси Ox .

11. Вычислить несобственные интегралы:

$$\int_{-\infty}^1 e^x dx, \quad \int_1^{+\infty} \frac{dx}{x}, \quad \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{dx}{1+x^2}$$

12. Вычислить несобственные интегралы:

$$\int_{-1}^8 \frac{dx}{\sqrt[3]{x-1}}, \quad \int_{-1}^1 \frac{dx}{x}, \quad \int_{-1}^1 \frac{dx}{\sqrt{1-x^2}}$$

13. Вычислить двойной интеграл по области $D: x = 1, y = \sqrt{x}, y = -x^2$

$$\iint_D (12xy + 9x^2y^2) dx dy$$

14. Вычислить объем тела, ограниченного поверхностями: $D: z = x^2$, $y = 1 - x$, $x = 0$, $y = 0$, $z = 0$.

15. Вычислить массу тела, ограниченного поверхностями: $D: z = x^2$, $y = 1 - x$, $x = 0$, $y = 0$, $z = 0$ с плотностью $\rho(x, y, z) = x + y$.

16. Вычислить интеграл $\int_L y dl$ от точки $A(0; 0)$ до точки $B(1, \sqrt{2})$, если кривая L задана уравнением $y^2 = 2x$.

17. Вычислить интеграл $\int_L \frac{y^2}{x} dx + x^2 dy$ от точки $A(1; 0)$ до точки $B(e, 1)$, если кривая L задана уравнением $y = \ln x$.

18. Найти частное решение дифференциального уравнения $(x - 1)y' - (y + 1)^2 = 0$, если $y(2) = -1$.

19. Решить дифференциальное уравнение $(x + y)y' + y = 0$.

20. Решить дифференциальное уравнение $y' + y \operatorname{tg} x = \frac{1}{\cos x}$

21. Найти частное решение дифференциального уравнения $y' - \frac{2y}{x} - 2x\sqrt{y} = 0$, $y(1) = 1$.

22. Решить дифференциальное уравнение $(1 + \sin x)y''' = \cos x y''$.

23. Решить дифференциальное уравнение $(y - 1)y'' = 2(y')^2$.

24. Решить дифференциальное уравнение $y'' - y' - 2y = xe^x$

25. Решить дифференциальное уравнение $y'' - y' - 2y = e^{2x}$

26. Решить дифференциальное уравнение $y'' + 2y' + y = xe^x$

27. Решить дифференциальное уравнение $y'' - 2y' + y = e^x$

28. Решить дифференциальное уравнение $y'' - 4y' + 5y = e^x \cos 2x$

29. Решить дифференциальное уравнение $y'' - 4y' + 5y = e^{2x} \cos x$

30. Исследовать на сходимость ряды

$$\sum_{n=0}^{+\infty} \frac{5}{2n-3}, \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{2n+3}{3n-1}, \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{1}{\sqrt{n}}, \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{4^n}{n(4^n-1)}$$

	31. Исследовать на сходимость ряды $\sum_{n=0}^{+\infty} \frac{2}{5^n - 3}, \quad \sum_{n=2}^{+\infty} \frac{2}{n^5 + 2n^2 - 3}, \quad \sum_{n=2}^{+\infty} \frac{1}{n\sqrt{n} - 1}, \quad \sum_{n=0}^{+\infty} \frac{\sqrt{n} - 1}{n\sqrt{n} + 2}$ 32. Исследовать на сходимость ряды $\sum_{n=0}^{+\infty} \frac{3^{n+1}}{n!}, \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{n^n}{n!}, \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{5^n}{\sqrt{2n+1}}, \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{n+1}{\sqrt{3n+7}}$ 33. Исследовать на сходимость ряды $\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{3^n}{n^n}, \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \operatorname{arctg}^n n, \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \left(1 + \frac{1}{n}\right)^{n^2}, \quad \sum_{n=1}^{+\infty} 3^n \frac{n^n}{(2n-1)^n}$ 34. Исследовать на сходимость ряды $\sum_{n=3}^{+\infty} \frac{1}{(2n-3)\ln^2(2n-3)}, \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{2n}{e^{n^2}}, \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{1}{\sqrt{n^3}}, \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{1}{\sqrt[3]{n^2}}$ 35. Исследовать на абсолютную и условную сходимость ряды $\sum_{n=0}^{+\infty} \frac{(-1)^n}{8^n \sqrt{n}}, \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{(-1)^n (2n-1)}{3n+1}, \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{(-1)^n}{n^2 - n}, \quad \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{(-1)^n 4^n}{n(4^n - 1)}$ 36. Найти область сходимости степенного ряда $\sum_{n=0}^{+\infty} \frac{3^n x^n}{\sqrt{2n-3}}$ 37. Найти область сходимости степенного ряда $\sum_{n=0}^{+\infty} \frac{(-1)^n x^n}{3^n n^3}$ 38. Разложить в ряд Тейлора по степеням $x+1$ функцию $y = \frac{1}{x-1}$ 39. Разложить в ряд Маклорена функцию $y = \frac{1}{1-x}$ 40. Разложить в ряд Маклорена функцию $y = \frac{x - \ln(1+x)}{x^2}$
ОПК-1.2	- В распоряжении начальника имеется бригада рабочих в составе 24 человек. Их нужно распределить на день на два объекта. Если на первом объекте работает t человек, то их суточная зарплата составляет $4t^2$ у. е. Если на втором объекте работает t человек, то их суточная зарплата составляет t^2 у. е. Как нужно распределить на эти объекты бригаду рабочих, чтобы выплаты на их суточную зарплату оказались наименьшими? Сколько у. е. в этом случае придется заплатить рабочим? - В двух областях есть по 160 рабочих, каждый из которых готов трудиться по 5 часов в сутки на добыче алюминия или никеля. В первой области один рабочий за час добывает 0,1 кг алюминия или 0,1 кг никеля. Во второй области рабочие объединены в две бригады, одна из которых добывает алюминий, а другая — никель, причем для добычи x кг алюминия в день требуется x^2 человеко-часов труда, а для добычи y кг никеля в день требуется y^2 человеко-часов труда. Для нужд промышленности можно использовать или алюминий, или никель, причём 1 кг алюминия можно заменить 1 кг никеля. Какую наибольшую массу металлов можно за сутки суммарно добыть в двух областях? - Пусть зависимость предложения s от цены p описывается формулой $s = 0,05p^2 + 2p$. Определить поведение предложения от цены (возрастает, убывает или не изменяется), темп изменения (постоянный или переменный, выпуклый или вогнутый) и эластичность по цене (эластичный, неэластичный или нейтральный).

	4. Определить длину навесного моста, соединяющего два берега реки шириной 200 м. если он имеет форму цепной линии $y = \frac{a}{2}(e^{x/a} + e^{-x/a}) = a \operatorname{ch} \frac{x}{a}$, а его расстояние от низшей точки до поверхности воды $a=10$ метров. 5. Алексей приобрёл ценную бумагу за 8 тыс. рублей. Цена бумаги каждый год возрастает на 1 тыс. рублей. В любой момент Алексей может продать бумагу и положить вырученные деньги на банковский счёт. Каждый год сумма на счёте будет увеличиваться на 8%. В течение какого года после покупки Алексей должен продать ценную бумагу, чтобы через двадцать пять лет после покупки этой бумаги сумма на банковском счёте была наибольшей? 6. Автомобиль движется с 5-ти километровой отметки от города по прямой дороге с начальной скоростью 60 км/ч постоянно ускоряясь на $0,1 \text{ м/с}^2$. Вывести закон изменения положения тела со временем и определить его положение от города через 40 минут. 7. В лабораторию завезли 1 т. полония (218) с периодом полураспада 3 минуты. Вывести закон изменения массы полония от времени, если известно, что количество распавшегося вещества пропорционально его массе, и вычислить массу полония через час. 8. На стол поставили чашку чая с температурой чая 90°C, температура воздуха в комнате 20°C. Вывести закон изменения температуры чашки со временем если известно, что она пропорциональна разности температур своей и окружающей среды, и вычислить температуру чашки чая через 20 минут.
--	---

Примерные задачи для контрольных работ (текущий контроль)

Семестр 2

Контрольная работа №1 «Введение в анализ»

1. Исследовать на непрерывность и найти точки разрыва функции (указать их характер) $y = \begin{cases} -\frac{1}{2}x - \frac{\pi}{4}, & \text{при } x \leq -\frac{\pi}{2} \\ \operatorname{tg} x, & \text{при } x \in \left(-\frac{\pi}{2}; 0\right) \\ 1 - x^2, & \text{при } x \geq 0 \end{cases}$

2. Найдите следующие пределы: а) $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{x-x^2}{x^2+2x+1}$ б) $\lim_{x \rightarrow 1} \frac{2x^2-x-1}{x^2+4x-5}$

в) $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin 3x}{\sqrt{x+4}-2}$ г) $\lim_{x \rightarrow 3} 2^{\frac{-1}{(3-x)^2}}$; д) $\lim_{x \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{2}{x}\right)^{2x-1}$

Контрольная работа № 2 «Дифференциальное исчисление функции одной переменной»

1. Вычислить значение производной функции в точке $x = 0$: $y = \frac{(4x+1)^3}{4} - \frac{7}{(2x+1)^3}$.
2. Вычислить значение производной функции в точке $x = 0$: $y = \arccos(2x)\arctg \frac{1}{1-x}$.
3. Найти производную сложной функции $y = \arcsin \left(\sqrt{\ln \frac{1}{\arctg e^x}} \right)$.
4. Составить уравнения касательной и нормали к кривой $y = \frac{1+3x^2}{3+x^2}$ в точке $x_0 = 1$.
5. Исследовать и построить график функции $y = \ln \frac{x+6}{x} - 1$.

Контрольная работа № 3 «Интегральное исчисление функций одной переменной»

1. Найти интеграл $\int_0^{\pi} \frac{\sin x}{(1-2 \cos x)^2} dx$
2. Найти интеграл $\int_0^{+\infty} \frac{x dx}{\sqrt[4]{(x^2+16)^5}}$
3. Найти интеграл $\int \frac{x+9}{x^2+8x+17} dx$
4. Найти интеграл $\int_0^1 \frac{dx}{\sqrt[5]{3-4x}}$
5. Вычислить объем тела, полученного вращением фигуры, ограниченной линиями $y = x^2 + 9$, $x + y = 81$, $x = 0$, $y = 0$, вокруг оси Ox .

Контрольная работа № 4 «Функции нескольких переменных»

1. Вычислить все частные производные второго порядка для функции $z = 2x^2y - 6y^3$ в точке $M(3; 9)$.
2. Написать уравнение касательной плоскости и нормали к поверхности $x^2 + 9y^2 - 4z^2 = 38$ в точке $M(3; 5; 7)$.
3. Вычислить приближенно при помощи полного дифференциала функции: $1,08^{3,96}$
4. Найти значение производной функции $z = 5x^2\sqrt{y} + \frac{y^3}{x}$ в точке $M(-2; 1)$ по направлению вектора $\vec{a} = (4; -3)$.
5. Найти экстремумы функции двух переменных $z = x^3 + 8y^3 + 18x - 30y - 2$.

Контрольная работа № 5 «Кратные и криволинейные интегралы»

1. Вычислить двойной интеграл: $\iint_D (2x - 3y) dx dy$, где $D: y = 1, x = 0, y = x$
2. Вычислить тройной интеграл $\iiint_{\Omega} y dx dy dz$, где $\Omega: z = 2x, z = 0, x = 0, y = 1, y = 3x$.
3. Вычислить объем тела, ограниченного поверхностями: $z = 2 - y, y = x^2, z = 0$.
4. Вычислить криволинейный интеграл $\int_L y dl$ от точки $A(0; 0)$ до $B(1; \sqrt{2})$, если $L: y^2 = 2x$.
5. Вычислить криволинейный интеграл $\int_L \frac{y^2}{x} dx + x^2 dy$ от точки $A(1; 0)$ до $B(e; 1)$, если $L: y = \ln x$.

Контрольная работа № 6 «Дифференциальные уравнения»

1. Найти частное решение дифференциального уравнения $xy dx + (x + 1) dy = 0$, если $y(0) = -1$
2. Решить дифференциальное уравнение $(x + y) dx - (y - x) dy = 0$
3. Решить дифференциальное уравнение $y' + \frac{y}{x} = x^2 y^2$
4. Решить дифференциальное уравнение $2xy dx + (x^2 - y^2) dy = 0$
5. Решить дифференциальное уравнение $y''' - 2y'' + 2y' = e^x \cos x$

Контрольная работа № 7 «Ряды»

1. Исследовать на сходимость ряды: $\sum_{n=1}^{\infty} \left(1 + \frac{3}{n}\right)^n$, $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1 + \arctg n}{n^2}$, $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{3^n}{n!}$,
2. Исследовать на сходимость ряды: $\sum_{n=1}^{\infty} \left(\frac{n+1}{3+2n}\right)^{3n}$, $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n \ln^2 n}$
3. Исследовать на абсолютную сходимость ряды: $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n}{2\sqrt{n+1}}$, $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n n}{3^n}$
4. Определить области сходимости рядов: $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(x-2)^{n+1}}{3^n(n+2)}$, $\sum_{n=2}^{\infty} \frac{(x+5)^n}{3^{n+1} n \ln^3 n}$
5. Разложить функцию $y = x \cos 3x$ в ряд Маклорена, а функцию $y = 1 - 2x$ в ряд Фурье на интервале $(-\pi; \pi)$.

Критерии оценки выполнения контрольных работ:

Шкала оценивания	Оценка
85-100% правильно решенных заданий	“5” (отлично)
60-84% правильно решенных заданий	“4” (хорошо)
40-59% правильно решенных заданий	“3” (удовлетворительно)
0-39% правильно решенных заданий	“2” (неудовлетворительно)

**Примерный перечень вопросов, выносимых на зачеты и экзамены.
Семестр 2 (зачет)**

Введение в анализ

1. Множества, операции над множествами. Отношения на множествах.
2. Топологические, метрические и нормированные пространства.
3. Отображения и виды отображений.
4. Определение функции, способы ее задания.
5. Четность, нечетность функции.
6. Основные элементарные функции.
7. Предел функции в точке, его свойства.
8. Непрерывность функции в точке.
9. Типы неопределенности при вычислении пределов.
10. Бесконечно малые функции в точке.
11. Эквивалентные функции, их использование при вычислении пределов.
12. Предел степени.
13. Классификация точек разрыва.

Дифференциальное исчисление функции одной переменной

14. Понятие производной функции в точке.
15. Механический и геометрический смысл производной.
16. Правила вычисления производной.
17. Производная сложной функции.
18. Уравнения касательной и нормали.
19. Понятие дифференциала, его геометрический смысл.
20. Правило Лопиталя.
21. Основные теоремы дифференциального исчисления.
22. Необходимое и достаточное условия монотонности функции.
23. Необходимое и достаточное условия точки экстремума.
24. Необходимое и достаточное условия выпуклости графика функции.
25. Необходимое и достаточное условия точки перегиба.
26. Вертикальные и наклонные асимптоты.
27. Функции многих переменных: определение, способы задания.
28. Частные производные.
29. Дифференцируемость функции двух переменных, дифференциал функции.
30. Использование дифференциала в приближенных вычислениях.
31. Производная по направлению.
32. Градиент функции.
33. Уравнение касательной плоскости и нормали.
34. Точки экстремума.
35. Необходимое условие точки экстремума.
36. Достаточное условие точки экстремума.
37. Комплексные числа, различные формы представления чисел.
38. Основные действия с комплексными числами.
39. Понятие функции комплексного переменного.

40. Дифференцируемость функции комплексного переменного, условия Коши-Римана.

Интегральное исчисление функции одной переменной.

- 41. Первообразные, их свойства
- 42. Неопределенный интеграл
- 43. Свойства неопределенного интеграла.
- 44. Таблица основных интегралов.
- 45. Подведение под знак дифференциала.
- 46. Формула интегрирования по частям.
- 47. Замена переменной в неопределенном интеграле.
- 48. Интегралы с квадратным трехчленом в знаменателе.
- 49. Интегрирование рациональных выражений.
- 50. Интегрирование тригонометрических выражений.
- 51. Интегрирование иррациональных выражений.
- 52. Гиперболические функции, их использование в интегрировании.
- 53. Определенный интеграл. Определение.
- 54. Свойства определенного интеграла.
- 55. Определенный интеграл с переменным верхним пределом.
- 56. Формула Ньютона-Лейбница.
- 57. Интегрирование по частям в определенном интеграле.
- 58. Замена переменной в определенном интеграле.
- 59. Формула вычисления площади.
- 60. Вычисление объема тела вращения.
- 61. Физические и геометрические приложения определенного интеграла.
- 62. Производная и интеграл Римана-Лиувилля.
- 63. Интеграл Римана, Стильтьеса, Мак Шейна, Хенстока-Курцвейля.
- 64. Функциональное, дифференциальное, интегральное и частно-интегральное уравнение.

Дифференциальное исчисление функций многих переменных

- 65. Функция многих переменных. Область определения. Линии уровня.
- 66. Предел функции многих переменных. Повторные пределы. Непрерывность.
- 67. Частные производные функции многих переменных и их геометрический смысл.
- 68. Уравнение касательной плоскости и нормали к поверхности.
- 69. Частный и полный дифференциал функции многих переменных. Приближенное вычисление.
- 70. Смешанные производные функций многих переменных. Теорема о равенстве смешанных производных.
- 71. Необходимый признак экстремума функции двух переменных.
- 72. Достаточный признак экстремума функции двух переменных.
- 73. Условные экстремумы функций многих переменных.

Семестр 3 (экзамен)

Кратные и криволинейные интегралы

74. Определение двойного интеграла.
75. Геометрический смысл двойного интеграла
76. Физический смысл двойного интеграла
77. Свойства двойного интеграла.
78. Нижняя, верхняя, левая и правая границы области. Простые и сложные границы
79. Способ вычисления двойного интеграла «сверху-вниз».
80. Способ вычисления двойного интеграла «слева-направо».
81. Полярные координаты.
82. Центральная и периферийная границы.
83. Приложения двойного интеграла
84. Определение тройного интеграла
85. Физический и геометрический смыслы тройного интеграла
86. Нижняя и верхняя границы области. Свойства тройного интеграла.
87. Основной способ вычисления тройного интеграла и его модификации.
88. Приложения тройного интеграла
89. Определение криволинейного интеграла 1-го рода, его свойства.
90. Физический и геометрический смыслы криволинейного интеграла 1-го рода
91. Способы вычисления криволинейного интеграла 1-го рода
92. Приложения криволинейного интеграла 1-го рода.
93. Определение криволинейного интеграла 2-го рода, его свойства
94. Физический смысл криволинейного интеграла 2-го рода
95. Свойства криволинейного интеграла 2-го рода.
96. Способы вычисления криволинейного интеграла 2-го рода.
97. Формула Грина.

Дифференциальные уравнения

98. Дифференциальные уравнения. Задачи приводящие к дифференциальным уравнениям. Задача Коши. Существование и единственность решения задачи Коши.
99. Дифференциальные уравнения с разделяющимися переменными. Однородные дифференциальные уравнения.
100. Дифференциальные уравнения в полных дифференциалах.
101. Линейные дифференциальные уравнения и способы их решения. Уравнение Бернулли. Уравнение Риккати.
102. Дифференциальные уравнения, допускающие понижение порядка.
103. Уравнения Клеро и Лагранжа.
104. Линейные однородные дифференциальные уравнения с постоянными коэффициентами. Общее решение.
105. Линейные неоднородные дифференциальные уравнения. Частное решение.

Ряды

106. Понятие числового ряда. Сумма ряда
107. Сходимость, расходимость ряда. Свойства сходящихся рядов
108. Необходимый признак сходимости.
109. Обобщенный гармонический ряд.
110. Геометрическая прогрессия
111. Простой и предельный признак сравнения
112. Признак Даламбера
113. Радикальный признак Коши
114. Интегральный признак Коши
115. Знакопередающийся ряд. Признак Лейбница
116. Знакопеременные ряды. Достаточный признак сходимости знакопеременных рядов
117. Абсолютная и условная сходимость
118. Понятие степенного ряда. Понятие области сходимости.
119. Теорема Абеля. Понятие радиуса сходимости. Формула для радиуса сходимости
120. Разложение функций в степенные ряды
121. Понятие обобщенного степенного ряда
122. Свойства степенных рядов. Разложение элементарных функций в степенные ряды
123. Использование степенных рядов в приближенных вычислениях определенного интеграла
124. Понятие ряда Фурье.
125. Формулы для вычисления коэффициентов ряда Фурье
126. Теорема о разложении периодической функции в ряд Фурье
127. Разложение функции, заданной на интервале, в ряд Фурье по косинусам
128. Разложение функции, заданной на интервале, в ряд Фурье по синусам

Критерий оценки ответа на вопрос:

Шкала оценивания	Оценка
Знание основных понятий и теорем предмета, прикладных задач, владение основными методами решения задач, правильный ответ на 3 вопроса из 3-х	“5” (отлично)
Знание основных понятий и теорем предмета, владение основными методами решения задач, правильный ответ на 2 вопроса из 3-х	“4” (хорошо)
Знание основных понятий, правильный ответ на 1 вопрос из 3-х	“3” (удовлетворительно)
в остальных случаях	“2” (неудовлетворительно)

6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Виды текущего контроля: контрольные работы.

Виды промежуточного контроля: зачет (сем. 2), экзамен (сем. 3).

Для оценки работы студента по дисциплине используется следующая балльная структура оценки и шкала оценок:

1) После выполнения всех контрольных работ, запланированных в семестре, подсчитывается среднее арифметическое всех оценок, которое округляется до ближайшего целого балла **Kr**.

2) В случае сдачи зачета при **Kr>2** студент получает зачет, в случае сдачи экзамена при **Kr>2** студент допускается к экзамену, на котором он получает 3 теоретических вопроса по программе

3) При правильном ответе на (**Eк - 2**) из 3-х поставленных вопросов студент получает **Eк** баллов, **Eк=2, 3, 4, 5**

4) Если **Eк=2** экзамен студентом не сдан, если **Eк>2**, то итоговая оценка **Oс** выставляется по формуле: **Oс=(Kr+Eк)/2** с округлением в ближайшую сторону ($(4+5)/2=4.5$ округляется до 5)

Критерии оценивания результатов обучения (зачет)

Оценка	Критерии оценивания
Пороговый уровень «зачет» (удовлетворительно)	оценку «зачет» заслуживает студент, полностью или частично освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал; выполнивший многие задания на минимальный бал; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы частично. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – достаточный или выше.
Минимальный уровень «незачет» (неудовлетворительно)	оценку «незачет» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы. Компетенции, закреплённые за дисциплиной – не сформированы.

Критерии оценивания результатов обучения (экзамен)

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – высокий.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – хороший (средний).
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.

	Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – достаточный.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, не сформированы.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Основная литература

1. *Ильин, В. А.* Математический анализ в 2 ч. Часть 1 в 2 кн. Книга 2 : учебник для вузов / В. А. Ильин, В. А. Садовничий, Б. Х. Сендов. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 315 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07069-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/562116>
2. *Ильин, В. А.* Математический анализ в 2 ч. Часть 1 в 2 кн. Книга 1 : учебник для вузов / В. А. Ильин, В. А. Садовничий, Б. Х. Сендов. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 324 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07067-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/562115>
3. *Краснова, С. А.* Математический анализ для экономистов : учебник и практикум для вузов / С. А. Краснова, В. А. Уткин. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 644 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-19720-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/569134>
4. Высшая математика. Практикум для студентов технических и экономических специальностей / Г. Н. Горелов, Б. А. Горлач, Н. Л. Додонова [и др.]. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 676 с. — ISBN 978-5-507-46065-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/296987> (дата обращения: 18.08.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Высшая математика : учебное пособие / А. Б. Аруова, А. Ж. Аскарова, П. Б. Бейсебай [и др.]. — Астана : КазАТУ, 2022. — 120 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/233825>

7.2 Дополнительная литература

1. Пискунов Н.С. Дифференциальное и интегральное исчисления, т. II, М.: Интеграл-Пресс, 2005, 544 с.
2. Письменный Д.Т. Конспект лекций по высшей математике. – М.: Айрис пресс, 2009.

3. Мачулис, В. В. Высшая математика : учебное пособие для вузов / В. В. Мачулис. — 5-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 306 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01277-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/491078>
4. Гмурман, В. Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике : учебное пособие для вузов / В. Е. Гмурман. — 11-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 406 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08389-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/468330>
5. Минорский В.П. Сборник задач по высшей математике. — М.: Физматлит, 2008, 336с.
6. Берман Г.Н. Сборник задач по курсу математического анализа. — СПб.: Профессия, 2008, 432с.

7.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

1. Арапова М. М., Волегова И. П. Учебные задания по высшей математике для студентов первого курса – М.: Изд-во МСХА, 2004.
2. Демина Т.Ю., Иванцова Н.Н., Неискашова Е.В. Высшая математика. Индивидуальные задания – М.: Изд-во РГАУ–МСХА, 2008.
3. Золотаревская Д. И. Задания по теории вероятностей. – М.: Изд-во МСХА, 2006.
4. Дёмина Т.Ю., Неискашова Е.В. – Математика: Сборник задач. – М.: Изд-во РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, 2013.
5. Демина Т.Ю., Иванцова Н.Н., Неискашова Е.В. Высшая математика. Индивидуальные задания – М.: Изд-во РГАУ–МСХА, 2008.

8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Интернет-ресурсы

1. <http://www.matmsuee.narod.ru> (открытый доступ) - сайт кафедры, отделение природообустройства
2. www.fepo.i-exam.ru (открытый доступ)
3. <http://www.cnshb.ru/>(открытый доступ) Центральная научная сельскохозяйственная библиотека
4. <http://www.rsl.ru> (открытый доступ) Российская государственная библиотека
5. <http://www.math.ru/>(открытый доступ) - материалы по математике
6. <http://allmatematika.ru/> (открытый доступ) форум, математический сайт
7. http://www.exponenta.ru/educat/links/l_educ.asp (открытый доступ)– сайты математической и образовательной направленности: учебные материалы, тесты

8.2. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. <http://www.edu.ru>(открытый доступ) Российское образование. Федеральный портал
2. <http://www.exponenta.ru/> (открытый доступ) Образовательный математический сайт.
3. <http://algebraic.ru> (открытый доступ)- математическая энциклопедия;
4. <http://mathem.h1.ru>(открытый доступ) - формулы и справочная информация по математике;
5. <http://fxyz.ru>(открытый доступ) - формулы и справочная информация по математике и физике.
6. <http://mathprofi.ru>(открытый доступ) - математические формулы и справочные материалы.

9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

1. www.consultant.ru Справочная правовая система «КонсультантПлюс».
2. <https://garant-rossia.pf> Справочная правовая система «Гарант».

Таблица 9

Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины	Наименование программы	Тип программы	Автор	Год разработки
1	Все разделы	UNITEX Генератор вариантов контрольных работ	контролирующая	Карнаухов В.М.	2000г.
2	Раздел 1. Матрицы. Раздел 14. Элементы математической статистики	MS Excel	обучающая		
3	Раздел 4. Введение в анализ	GeoGebra	обучающая		2013

10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Требования к аудиториям для проведения занятий

Лекции и практические занятия проводятся в стандартно оборудованных аудиториях университета.

Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы**
1	2
учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы (26 уч.к., ауд.417)	Столы одностумбовые 5 шт. Стулья 11 шт. Стол ученический с лавкой на металлокаркасе 15 шт. Доска классная (меловая) 1 шт.
учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы (28 уч.к., ауд.133)	Парты 32 шт. Стулья 1 шт. Доска меловая 1 шт.
учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы (12 уч.к., ауд.114)	Стол ученический с лавкой на металлокаркасе 16 шт. Доска настенная 3-элементная (меловая) 1 шт.
учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы (12 уч.к., ауд.220)	Стол ученический на металлокаркасе с подстольем 30 шт. Скамья на металлокаркасе 30 шт. Доска настенная 3-элементная (меловая) 1 шт.
учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций (12 уч.к., ауд.225)	Стол учебный 17 шт. Стул 24 шт. Доска меловая-магнитная зеленая 1 шт.

Имеются также читальные залы и компьютерные классы ЦНБ им Н.И.Железнова.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Для успешного освоения дисциплины необходимо систематическое посещение лекций и практических занятий, выполнение текущих домашних заданий. В случае пропуска лекции (или практического занятия) необходимо ознакомиться с

этим материалом самостоятельно и в случае возникновения вопросов обратиться к преподавателю за консультацией, согласно расписанию ее проведения.

12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

При преподавании курса необходимо ориентироваться на современные образовательные технологии. Аудиторная и самостоятельная работы должны быть направлены на углубление и расширение полученных знаний, на закрепление приобретенных навыков и применение формируемых компетенций. Кроме того, рекомендуется использовать дифференцированное обучение и активные методы проверки знаний при проведении контрольных работ. Это достигается путем организации индивидуальной самостоятельной работы студентов.

При проведении промежуточной аттестации важно учесть все виды работ, оценить уровень знаний студентов по всем разделам учебной дисциплины.

Примерный перечень экзаменационных вопросов должен доводиться до студентов в начале изучения дисциплины. При необходимости он может быть уточнен не позднее, чем за месяц до начала экзаменационной сессии. На его основе составляются экзаменационные билеты, утверждаемые заведующим кафедрой.

Программу разработал:

Иноземцев Алексей Иванович,
к.ф-м.н., доцент кафедры высшей математики



РЕЦЕНЗИЯ
на рабочую программу учебной дисциплины
Б1.О.09 «Математический анализ»
ОПОП ВО по направлению:
09.03.02 «Информационные системы и технологии»
Направленности: «Большие данные и машинное обучение», «Компьютерные науки и технологии искусственного интеллекта»

Коноплиным Николаем Александровичем, доцентом кафедры физики ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», кандидатом технических наук (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Математический анализ» ОПОП ВО по направлению **09.03.02 «Информационные системы и технологии» направленности: «Большие данные и машинное обучение», «Компьютерные науки и технологии искусственного интеллекта»** (бакалавриат) разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре высшей математики (разработчик – Иноземцев Алексей Иванович, доцент кафедры высшей математики ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, кандидат физико-математических наук)

Рассмотрев представленные на рецензирование материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Математический анализ» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению **09.03.02 «Информационные системы и технологии»**. Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам.

2. Представленная в Программе актуальность учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к обязательной части учебного цикла – Б1.

3. Представленные в Программе цели дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления **09.03.02 «Информационные системы и технологии»**.

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Математический анализ» закреплена 1 компетенция. Дисциплина «Математический анализ» и представленная Программа способна реализовать их в объявленных требованиях. Результаты обучения, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

5. Общая трудоёмкость дисциплины «Математический анализ» составляет 7 зач. ед. (252 часов).

6. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Математический анализ» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению **09.03.02 «Информационные системы и технологии»** и возможность дублирования в содержании отсутствует.

7. Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

8. Программа дисциплины «Математический анализ» предполагает 2 занятия в интерактивной форме.

9. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления **09.03.02 «Информационные системы и технологии»**.

10. Представленная и описанная в Программе форма текущей оценки знаний (контрольная работа), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме зачета (семестр 2) и экзамена (семестр 3), что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины обязательной части учебного цикла – Б1 ФГОС ВО направления **09.03.02 «Информационные системы и технологии»**.

11. Формы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

12. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 5 источников (базовый учебник), дополнительной литературой – 6 наименований, Интернет-ресурсами – 7 источников и соответствует требованиям ФГОС ВО направления **09.03.02 «Информационные системы и технологии»**.

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Математический анализ» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

14. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Математический анализ».

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Математический анализ» ОПОП ВО по направлению **09.03.02 «Информационные системы и технологии» направленности: «Большие данные и машинное обучение», «Компьютерные науки и технологии искусственного интеллекта»** (квалификация выпускника – бакалавр), разработанная доцентом кафедры высшей математики, кандидатом физико-математических наук, Иноземцевым А.И., соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Коноплин Н.А., доцент кафедры физики ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», кандидат физико-математических наук



«28» августа 2025г.