

**ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ**  
**Кафедра математики и физики**

Рег. № ПИ.03-10

« 05 » 10 2022 г.

**УТВЕРЖДАЮ:**

И.о. декана факультета экономики и  
управления  
Волосский А.А.



**ФГОС 2017 г.**  
**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б1.О.10 Математический анализ  
Шифр и наименование дисциплины

09.03.03 Прикладная информатика  
Код и наименование направления подготовки

Прикладная информатика  
Направленность (профиль)

Курс: 1

Семестр: 1,2

Факультет экономики  
и управления

очная

очная, заочная, очно-заочная

**Объем дисциплины (модуля)**

Вид занятий	Объем занятий [зачетных ед./часов]			Семестр
	очная	заочная	очно-заочная	
<b>Общая трудоемкость по учебному плану</b>	6/216			1,2
В том числе,				
<b>Контактная работа</b>	84			1,2
Занятия лекционного типа	38			
Занятия семинарского типа	46			
<b>Самостоятельная работа, всего</b>	132			
<b>В том числе:</b>				
Курсовой проект / курсовая работа				
Контрольная работа / реферат / РГР	К2			1,2
Форма контроля экзамен / зачет / зачет с оценкой	3 Э			1 2

Новосибирск 2022

Рабочая программа составлена на основании требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 09.03.03 Прикладная информатика, утвержденного приказом Минобрнауки России от 19.09.2017 № 922.

**Программу разработал:**

Старший преподаватель кафедры  
математики и физики

(должность)



подпись

Журавская С.А.

ФИО

## 1. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с результатами освоения образовательной программы

Дисциплина «Математический анализ» в соответствии с требованиями ФГОС ВО направлена на формирование следующих компетенций (УК-1, ОПК-1):

Таблица 1. Связь результатов обучения с приобретаемыми компетенциями

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.	ИУК-1.3. Определяет, интерпретирует и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи.	<b>знать:</b> принципы и методы работы с информацией; <b>уметь:</b> использовать методики определения, интерпретации и ранжирования требуемой информации; <b>владеть:</b> инструментами первичной обработки информации.
ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общетеоретические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности.	ИОПК-1.1. Решает стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общетеоретических знаний, методов математического анализа и моделирования.	<b>знать:</b> методы и алгоритмы математического анализа и моделирования; <b>уметь:</b> применять методы и алгоритмы математического анализа и моделирования в области связи и информационных технологий; <b>владеть:</b> навыками использования методов и алгоритмов математического анализа и моделирования при решении профессиональных задач.
	ИОПК-1.2. Использует методы теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности.	<b>знать:</b> основные понятия и методы математического анализа в объеме, необходимом для описания, анализа и оценки эффективности реализуемых в ходе профессиональной деятельности процессов; <b>уметь:</b> применять современный инструментальный теоретического и экспериментального исследования для решения профессиональных задач и исследования объектов профессиональной деятельности (прикладные и информационные процессы; информационные технологии; информационные системы); <b>владеть:</b> навыками использования методов математического анализа для теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности.

## 2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.О.10 Математический анализ относится к обязательной части.

Данная дисциплина опирается на дисциплину «Линейная алгебра» и является основой для последующего изучения дисциплин: «Теория вероятности и математическая статистика», «Эконометрика», «Количественные методы принятия управленческих решений», «Планирование и управление данными».

## 3. Содержание дисциплины

Распределение часов по темам и видам занятий представлено в таблице 2.

Таблица 2. Очная форма

№ п/п	Наименование разделов и тем	Количество часов				Формируемые компетенции
		Лекции (Л)	Вид занятия (ПЗ)	Самостоятельная работа (СР)	Всего по теме	
1	2	3	4	5	6	7
<b>Семестр 1</b>						
<b>Раздел 1. Введение в анализ</b>						
1.1.	Множества			2	2	УК-1 ОПК-1
1.2.	Функции		2	2	4	
<b>Раздел 2. Предел и непрерывность</b>						
2.1.	Предел последовательности	2	2	2	6	УК-1 ОПК-1
2.2.	Предел функции	2	2	3	7	
2.3.	Непрерывность функции	2	2	2	6	
<b>Раздел 3. Дифференциальное исчисление функций одной переменной</b>						
3.1.	Производная и дифференциал функции	2	4	-	6	УК-1 ОПК-1
3.2.	Исследование поведения функции	2	2	2	6	
<b>Раздел 4. Интегральное исчисление функции одной переменной</b>						
4.1.	Неопределенный интеграл	2	4	2	8	УК-1 ОПК-1
4.2.	Определенные и несобственные интегралы	2	2	2	6	
	Контрольная работа			12	12	УК-1 ОПК-1
	Зачет			9	9	УК-1 ОПК-1
	<b>Итого за 1 семестр</b>	<b>14</b>	<b>20</b>	<b>38</b>	<b>72</b>	

Семестр 2						
<b>Раздел 5. Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных</b>						
5.1.	Функции нескольких переменных	2		7	9	УК-1 ОПК-1
5.2.	Предел и непрерывность функции нескольких переменных	2	4	7	13	
5.3.	Экстремумы функции нескольких переменных	2	4	7	13	
<b>Раздел 6. Интегральное исчисление функции нескольких переменных</b>						
6.1.	Кратные интегралы	2	2	7	11	УК-1 ОПК-1
<b>Раздел 7. Ряды</b>						
7.1.	Числовые ряды	4	4	7	15	УК-1 ОПК-1
7.2.	Степенные ряды	4	4	7	15	
<b>Раздел 8. Обыкновенное дифференциальное уравнение</b>						
8.1.	Дифференциальные уравнения первого порядка	4	4	7	15	УК-1 ОПК-1
8.2.	Однородные и неоднородные линейные дифференциальные уравнения	4	4	6	14	
	Контрольная работа			12	12	УК-1 ОПК-1
	Экзамен			27	27	УК-1 ОПК-1
	<b>Итого за 2 семестр</b>	<b>24</b>	<b>26</b>	<b>94</b>	<b>144</b>	
	<b>Итого:</b>	<b>38</b>	<b>46</b>	<b>132</b>	<b>216</b>	

Учебная деятельность состоит из лекций, практических занятий, самостоятельной работы, контрольной работы.

### 3.1. Содержание отдельных разделов и тем

#### Раздел 1. Введение в анализ.

##### Тема 1.1. Множества.

Действительные числа, их свойства. Числовые множества. Элементы алгебры множеств. Обозначения для сумм и произведений. Окрестность точки. Ограниченные множества. Декартовы координаты на плоскости.

##### Тема 1.2. Функции.

Числовые функции. Способы задания функций. Область определения и множество значений функции. График функции. Сложная и обратная функции. Характеристики функций: четность и нечетность, периодичность, монотонность, ограниченность.

Степенная, показательная и логарифмическая функции. Тригонометрические функции и обратные к ним. Элементарные функции. Свойства основных элементарных функций.

## **Раздел 2. Предел и непрерывность.**

### **Тема 2.1. Предел последовательности.**

Числовые последовательности. Способы задания последовательностей. Прогрессии.

Предел последовательности. Единственность предела. Ограниченность сходящейся последовательности. Переход к пределу в неравенствах, теорема о трех последовательностях. Бесконечно малые и бесконечно большие последовательности, их свойства. Свойства пределов, связанные с арифметическими действиями.

Монотонные последовательности. Теорема Вейерштрасса о существовании предела монотонной ограниченной последовательности. Число  $\epsilon$ .

Теорема Кантора о стягивающихся отрезках. Точные границы числового множества.

### **Тема 2.2. Предел функции.**

Предел функции. Различные типы пределов: односторонние пределы, пределы в бесконечности, бесконечные пределы. Бесконечно малые и бесконечно большие функции, их свойства. Основные свойства пределов функции: арифметические действия над пределами, ограниченность, переход к пределам в неравенствах. Предел сложной функции. Сравнение бесконечно малых функций.

Первый и второй замечательные пределы.

### **Тема 2.3. Непрерывность функции.**

Непрерывность функции в точке. Непрерывность суммы, разности, произведения и частного непрерывных функций. Непрерывность сложной и обратной функции. Непрерывность элементарных функций, Теорема о сохранении знака непрерывной функции. Точки разрыва функции, их классификация.

Свойства функций, непрерывных на отрезке: теоремы о существовании корня, о промежуточных значениях, об ограниченности функции, о достижении наибольшего и наименьшего значений. Равномерная непрерывность. Паутинные модели рынка.

## **Раздел 3. Дифференциальное исчисление функций одной переменной.**

### **Тема 3.1. Производная и дифференциал.**

Производная функции. Дифференцируемость и дифференциал функции. Непрерывность дифференцируемой функции. Правила дифференцирования суммы, разности, произведения и частного двух функций, сложной и обратной функций. Производные основных элементарных функций.

Геометрический смысл производной и дифференциала функции. Уравнение касательной к графику функции.

Локальный экстремум функции, теорема Ферма. Теоремы Ролля, Лагранжа и Коши.

Правило Лопиталья раскрытия неопределенностей.

Производные и дифференциалы высших порядков.

### **Тема 3.2. Исследование поведения функции.**

Признак монотонности функции на интервале. Достаточные условия локального экстремума.

Выпуклые (вогнутые) функции. Достаточные условия выпуклости функции. Необходимый и достаточный признаки точки перегиба.

Асимптоты графика функции. Общая схема исследования функции и построения ее графика.

Отыскание наибольшего и наименьшего значений функции на отрезке.

## **Раздел 4. Интегральное исчисление функций одной переменной.**

### **Тема 4.1. Неопределенный интеграл.**

Первообразная и неопределенный интеграл. Таблица неопределенных интегралов. Свойства неопределенного интеграла. Замена переменной в неопределенном интеграле, интегрирование по частям.

Интегрирование рациональных функций. Интегрирование некоторых классов иррациональных и трансцендентных функций.

Задача о вычислении площади криволинейной трапеции. Определенный интеграл (по Риману) и его свойства. Интегрируемость непрерывной функции. Аддитивность определенного интеграла. Теорема о среднем.

### **Тема 4.2. Определенные и несобственные интегралы.**

Интеграл с переменным верхним пределом. Существование первообразной для непрерывной функции. Формула Ньютона-Лейбница.

Замена переменной в определенном интеграле, интегрирование по частям.

Геометрические приложения определенного интеграла: вычисление площади криволинейной трапеции и объема тела вращения.

Несобственные интегралы с бесконечными пределами и от неограниченных функций. Признаки сходимости несобственных интегралов.

Приближенное вычисление определенных интегралов. Формулы прямоугольников и Симпсона.

## **Раздел 5. Дифференциальное исчисление функции нескольких переменных.**

### **Тема 5.1. Функции нескольких переменных.**

Пространство  $R^n$ . Свойства расстояния. Окрестность точки. Внутренние и граничные точки множества. Открытые и замкнутые множества. Изолированные и предельные точки множества. Ограниченные множества.

Сходимость последовательности точек в  $R^n$ , ее эквивалентность по координатной сходимости.

Функции нескольких переменных. Поверхности (линии) уровня функции. Элементарные функции нескольких переменных.

### **Тема 5.2. Предел и непрерывность функции.**

Предел и непрерывность функции нескольких переменных. Свойства функций, непрерывных на замкнутом ограниченном множестве: ограниченность, достижение наибольшего и наименьшего значений.

Частные производные, дифференцируемость, дифференциал функции нескольких переменных. Достаточное условие дифференцируемость. Непрерывность дифференцируемой функции.

Производная сложной функции. Производная по направлению, градиент. Свойства градиента.

Частные производные высших порядков. Теорема о равенстве смешанных производных.

### **Тема 5.3. Экстремумы функции нескольких переменных.**

Локальный экстремум функции нескольких переменных. Необходимое условие первого порядка. Достаточные условия существования локального экстремума.

Выпуклые множества в  $R^n$ . Выпуклые (вогнутые) и строго выпуклые (вогнутые) функции нескольких переменных. Необходимое и достаточное условие выпуклости. Достаточное условие строгой выпуклости дважды дифференцируемой функции. Критерий выпуклости (строгой выпуклости) квадратичной формы.

Экстремумы выпуклых (вогнутых) функций. Теорема о глобальном характере экстремума выпуклой функции. Теорема о достижении выпуклой функцией глобального экстремума в стационарной точке.

Нахождение глобальных экстремумов дифференцируемой функции на замкнутом ограниченном множестве.

## **Раздел 6. Интегральное исчисление функций нескольких переменных.**

### **Тема 6.1. Кратные интегралы.**

Кратные интегралы (двойные и тройные), их свойства. Геометрический смысл двойного интеграла. Сведение кратного интеграла к повторному.

Формула замены переменных в двойном интеграле. Использование полярных координат для вычисления двойных интегралов.

## **Раздел 7. Ряды.**

### **Тема 7.1. Числовые ряды.**

Числовые ряды. Сходимость и сумма ряда. Необходимый признак сходимости.

Числовые ряды с положительными членами: критерий сходимости. Достаточные признаки сходимости: первый и второй признаки сравнения, признак Даламбера и Коши в предельной форме, интегральный признак Коши.

Знакопередающиеся ряды. Признак Лейбница. Оценка остатка ряда. Абсолютно сходящиеся ряды и их свойства. Условно сходящиеся ряды.

## **Тема 7.2. Степенные ряды.**

Степенные ряды. Теорема Абеля. Область, интервал и радиус сходимости степенного ряда. Свойства степенного ряда на интервале сходимости.

Ряд Маклорена. Достаточные условия разложимости функции в Маклорена. Разложения функций  $e^x$ ,  $\sin x$ ,  $\cos x$ ,  $(1+x)^a$ ,  $\ln(1+x)$  и  $\arctg x$  в ряд Маклорена. Степенные ряды с произвольным центром их интервалы сходимости. Ряд Тейлора.

## **Раздел 8. Обыкновенные дифференциальные уравнения.**

### **Тема 8.1. Дифференциальные уравнения первого порядка.**

Обыкновенные дифференциальные уравнения  $n$ -го порядка, основные понятия. Дифференциальные уравнения первого порядка, нормальная форма. Поле направлений, интегральные кривые. Задача Коши. Теорема о существовании и единственности решения задачи Коши для уравнения первого порядка в нормальной форме. Общее и частное решения уравнения. Общий интеграл. Особые решения.

Некоторые типы интегрируемых уравнений первого порядка: уравнения с разделяющимися переменными, однородные, в полных дифференциалах, линейные, Бернулли.

### **Тема 8.2. Однородные и неоднородные линейные дифференциальные уравнения.**

Линейные дифференциальные уравнения. Теорема о существовании и единственности решения. Однородные и неоднородные линейные дифференциальные уравнения. Теорема об общем решении линейного неоднородного уравнения. Пространство решений линейного однородного уравнения, фундаментальная система решений. Определитель Вронского системы решений. Теорема об общем решении линейного однородного уравнения.

Линейные дифференциальные уравнения с постоянными коэффициентами (на примере уравнений второго порядка). Характеристическое уравнение и фундаментальная система решений однородного уравнения. Построение частного решения неоднородного уравнения с правой частью специального вида методом неопределенных коэффициентов.

#### 4. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

##### 4.1. Список основной литературы

✓1. Барбаумов, В. Е. Математический анализ: N-мерное пространство. Функции. Экстремумы : учебник / В. Е. Барбаумов, Н. В. Попова. — Москва : ИНФРА-М, 2022. — 341 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI 10.12737/19603. - ISBN 978-5-16-011829-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1853512>

✓2. Шершнева, В. Г. Математический анализ : учебное пособие / В. Г. Шершнева. — Москва : ИНФРА-М, 2019. — 288 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-005488-9. - Текст : электронный. URL: <https://znanium.com/catalog/product/1008011>

##### 4.2. Список дополнительной литературы

✓1. Пантелеев, А. В. Математический анализ : учебное пособие / А. В. Пантелеев, Н. И. Савостьянова, Н. М. Федорова. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 502 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI 10.12737/1077332. - ISBN 978-5-16-016008-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1898119>

##### 4.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Таблица 3. Перечень информационных ресурсов

№ п/п	Наименование	Адрес
1.	Федеральный портал Российское образование	<a href="http://www.edu.ru/">http://www.edu.ru/</a>
2.	Математическая энциклопедия	<a href="http://gufo.me/matenc_a">http://gufo.me/matenc_a</a>
3.	Сайт Александра Ларина: «Курс высшей математики»	<a href="http://alexlarin.net/">http://alexlarin.net/</a>

#### 4.4. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модулю) и самостоятельной работы

1. Дифференциальное исчисление: учебно-методическое пособие / Новосиб. гос. аграр. ун-т. Инженер. ин-т; сост.: М.В. Грунина, В.Н. Бабин, Р.Т. Бильданов – Новосибирск, 2017.

2. Интегральное исчисление: учебно-методическое пособие / Новосиб. гос. аграр. ун-т. Инженер. ин-т; сост.: В.Н.Бабин, Р.Т. Бильданов, М.В. Грунина. 2017.

#### 4.5. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, наглядных пособий

Таблица 4. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

№ п/п	Наименование	Тип лицензии или правообладатель
1.	ALT Linux	ALT Linux
2.	Libre Office (Writer; Calc; Impress; Draw; Math; Base.)	СПО
3.	Microsoft Windows 10	Microsoft
4.	Microsoft Office Prof	Microsoft
5.	Браузер Mozilla Firefox	Mozilla Public License

Таблица 5. Перечень плакатов (по темам), карт, стендов, макетов, презентаций, фильмов и т.д.

№ п/п	Тип	Наименование	Примечание
1.	Плакат	Таблица производных	2 плаката
2.	Плакат	Таблица интегралов	2 плаката

### 5. Описание материально-технической базы

Таблица 6. Перечень используемых помещений

№ аудитории	Тип аудитории	Перечень оборудования
А-003	Лекционная аудитория: учебная аудитория для занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций.	Компьютер - 1 шт.; проектор BenQ MS616ST; экран проекционный 213x213; усилитель микрофона Audio Force M8; акустическая система - Quest MS 801W - 4 шт.; стационарный микрофон (на "гусиной шее"), микрофон с проводом; веб-камера с микрофоном; интерактивная доска 77" SMARTBORD 680; программное обеспечение (7-Zip 19.00 (x64), Adobe Acrobat Reader DC-Russian, AIMP, doPDF 7.3 printer, Excel, Master PDF Editor 3.6, Microsoft Edge); доска маркерная; доска ученическая; кафедра; тумба под аппаратуру; мебель учебная.

Н-307	Учебная аудитория: аудитория для занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, проведения текущего контроля и промежуточной аттестации.	Доска ученическая; мебель учебная.
-------	---	------------------------------------

## **6. Порядок аттестации студентов по дисциплине**

Для аттестации студентов по дисциплине используется традиционная система контроля и оценки успеваемости обучающихся.

Форма аттестации – *зачет* (1 семестр), *экзамен* (2 семестр).

## 7. Согласование рабочей программы

Соответствует учебному плану, утвержденному Ученым советом ФГБОУ ВО Новосибирского ГАУ, протокол от «29» 09 2022 № 4

Рабочая программа обсуждена и утверждена  
на заседании кафедры  
протокол от «24» 09 2022 № 2

Заведующий кафедрой  
(должность) \_\_\_\_\_  
подпись \_\_\_\_\_  
Бабин В. Н.  
ФИО

Председатель учебно-методического  
совета (комиссии)  
(должность) \_\_\_\_\_  
подпись \_\_\_\_\_  
Антошкина О.Г.  
ФИО

Рабочая программа обсуждена и соответствует учебному плану,  
утвержденному Ученым советом ФГБОУ ВО Новосибирского ГАУ, протокол  
от «25» 05 2023 № 5

Изменений не требуется/изменения внесены в раздел(-ы): 4  
нужное подчеркнуть

Председатель учебно-методического  
совета (комиссии)  
(должность) \_\_\_\_\_  
подпись \_\_\_\_\_  
О.Г. Антошкина  
ФИО

Рабочая программа обсуждена и соответствует учебному плану,  
утвержденному Ученым советом ФГБОУ ВО Новосибирского ГАУ, протокол  
от «  »    20   №   

Изменений не требуется/изменения внесены в раздел(-ы): \_\_\_\_\_  
нужное подчеркнуть

Председатель учебно-методического  
совета (комиссии)  
(должность) \_\_\_\_\_  
подпись \_\_\_\_\_  
ФИО