

МИНОБРНАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Институт прикладной математики и компьютерных наук

УТВЕРЖДАЮ
Директор института прикладной
математики и компьютерных наук
А.В. Замятин
« 02 » _____ 2021 г.



Математический анализ

рабочая программа дисциплины

Закреплена за кафедрой Учебный план	<i>теории вероятностей и математической статистики 02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем, профиль «DevOps-инженерия в администрировании инфраструктуры ИТ-разработки»</i>
Форма обучения	<i>очная</i>
Общая трудоёмкость	<i>14 з.е.</i>
Часов по учебному плану	<i>504</i>
в том числе:	
аудиторная контактная работа	
самостоятельная работа	<i>226,6</i>
Вид(ы) контроля в семестрах экзамен/зачет/зачет с оценкой	<i>Семестр 2,3 – экзамен</i>

Программу составила:

канд. физ.-мат. наук, доцент

доцент кафедры теории вероятностей и математической статистики  Д.Д. Даммер

Рецензент:

д-р техн. наук, профессор,

профессор кафедры теории вероятностей и математической статистики  А.А. Назаров

Рабочая программа дисциплины «Математический анализ» разработана в соответствии с самостоятельно устанавливаемым образовательным стандартом высшего образования – бакалавриат – федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет» по направлению подготовки 02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем (Утвержден Ученым советом НИ ТГУ, протокол от 27.10.2021 г. № 08).

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры теории вероятностей и математической статистики

Протокол от 02 июня 2021 г. № 07

Заведующий кафедрой теории вероятностей и математической статистики,
д-р техн. наук, профессор

 А.А. Назаров

Рабочая программа одобрена на заседании учебно-методической комиссии института прикладной математики и компьютерных наук (УМК ИПМКН)

Протокол от 17 июня 2021 г. № 05

Председатель УМК ИПМКН,
д-р техн. наук, профессор

 С.П. Сущенко

Цель освоения дисциплины

Цель – освоения дисциплины «Математический анализ» является формирование у будущих специалистов компетенций в применении математического аппарата и математических методов при моделировании, анализе, управлении сложных систем

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Математический анализ» относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины», входит в модуль «Математика».

Пререквизиты дисциплины: «Алгебра и геометрия».

Постреквизиты дисциплины: Теория вероятностей и математическая статистика.

2. Компетенции и результаты обучения, формируемые в результате освоения дисциплины

Таблица 1.

Компетенция	Индикатор компетенции	Код и наименование результатов обучения (планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций)
ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ИОПК-1.1 Применяет фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук - ИОПК-1.2 Использует фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук в профессиональной деятельности - ИОПК-1.3 Обладает необходимыми знаниями для исследования информационных систем и их компонент -	ОР-1.1.1. Знать основы математического анализа. ОР-1.1.2. Уметь использовать базовые математические знания, связанные с информатикой, применять важнейшие математические понятия и методы к решению естественнонаучных задач. ОР-1.1.3. Владеть навыками современных видов математического мышления, использования математических методов и основ математического моделирования в практической деятельности. ОР-1.2.1. Знать необходимые методы математического анализа для успешного изучения других дисциплин профилизации. ОР-1.2.2. Уметь применять основные математические методы при решении типовых профессиональных задач, самостоятельно изучать научную литературу по математике и её приложениям. ОР-1.2.3. Владеть основными методами математического анализа для решения прикладных задач в области информационных технологий. ОР-1.3.1. Студент способен применять знания и умения, полученные в результате освоения дисциплины, для исследования информационных систем.

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Структура и трудоемкость видов учебной работы по дисциплине

Общая трудоемкость дисциплины составляет 14 зачетных единиц, 504 часа.

Таблица 2.

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах		
	2	3	всего

	семестр	семестр	
Общая трудоемкость	252	252	504
Контактная работа:	138,7	138,7	35,9
Лекции (Л):	64	64	128
Практики (ПЗ)	64	64	128
Лабораторные работы (ЛР)			
Семинары (СЗ)			
Групповые консультации	2,05	2,05	4,1
Индивидуальные консультации	6,4	6,4	12,8
Промежуточная аттестация	0,25	0,25	0,5
Самостоятельная работа обучающегося:	113,3	113,3	226,6
- выполнение контрольной работы/контрольных заданий	20	20	40
- изучение учебного материала, публикаций	20	20	40
- подготовка практическим занятиям/коллоквиумам	20	20	40
- подготовка к рубежному контролю по теме/разделу	30	30,6	60,6
-выполнение заданий в онлайн-системе адаптивного обучения математике Plagio	36,6		36,6
Контроль	31,7	31,7	63,4
Вид промежуточной аттестации (зачет, зачет с оценкой, экзамен)	Экзамен	Экзамен	Экзамен

3.2. Содержание и трудоемкость разделов дисциплины

Таблица 3.

Код занятия	Наименование разделов и тем и их содержание	Вид учебной работы, занятий, контроля	С е м е с т р	Часы в электронной форме	Всего (час.)	Литература	Код (ы) результата(ов) обучения
	2 семестр						
	Раздел 1. Теория пределов					1, 2	
1.1.	Теория множеств	Лекции, практики	2		8		ОР-1.1.1, ОР-1.1.2, ОР-1.1.3, ОР-1.2.1, ОР-1.2.2, ОР-1.2.3, ОР-1.3.1.
1.2.	Последовательность, предел последовательности	Лекции, практики	2		8		ОР-1.1.1, ОР-1.1.2, ОР-1.1.3, ОР-1.2.1, ОР-1.2.2, ОР-1.2.3, ОР-1.3.1.
1.3	Функция, предел функции, типы неопределенных выражений	Лекции, практики	2		8		ОР-1.1.1, ОР-1.1.2, ОР-1.1.3, ОР-1.2.1, ОР-1.2.2, ОР-1.2.3, ОР-1.3.1.
	Выполнение контрольной работы/контрольных заданий (Изучение учебного материала, публикаций (раскрытие неопределенностей) Подготовка практическим занятиям/коллоквиумам (по второму разделу) Подготовка к рубежному контролю по первому разделу Выполнение заданий в Plagio, модули «Преобразование алгебраических выражений», «Тригонометрия» «Логарифмы»	СРС	2		31,65		ОР-1.1.1, ОР-1.1.2, ОР-1.1.3, ОР-1.2.1, ОР-1.2.2, ОР-1.2.3, ОР-1.3.1.
	Текущий контроль успеваемости ¹	Контрольная работа, опрос					
	Раздел 2. Непрерывность функции					1, 2	
2.1.	Определение непрерывности функции, разрывы функции, типы разрывов. Свойства непрерывных функций, непрерывность сложной функции.	Лекции, практики	2		8		ОР-1.1.1, ОР-1.1.2, ОР-1.1.3, ОР-1.2.1, ОР-1.2.2, ОР-1.2.3, ОР-1.3.1.
2.2.	Обратная функция и теорема о существовании обратной функции у строго монотонной непрерывной функции. Равномерная непрерывность и теорема	Лекции, практики	2		8		ОР-1.1.1, ОР-1.1.2, ОР-1.1.3, ОР-1.2.1,

	Кантора.						OP-1.2.2, OP-1.2.3, OP-1.3.1.
2.3	Непрерывность элементарных функций – показательная функция, гиперболические функции, логарифмическая функция, степенная функция. Непрерывность тригонометрических функций и функций, обратных к тригонометрическим.	Лекции практики	2		8		OP-1.1.1, OP-1.1.2, OP-1.1.3, OP-1.2.1, OP-1.2.2, OP-1.2.3, OP-1.3.1.
	<i>Выполнение контрольной работы/контрольных заданий (Изучение учебного материала, публикаций (раскрытие неопределенностей) Подготовка практическим занятиям/коллоквиумам (по второму разделу) Выполнение заданий в Plagio, модуль «Функции» Подготовка к рубежному контролю по первому разделу</i>	СРС	2		31,65		OP-1.1.1, OP-1.1.2, OP-1.1.3, OP-1.2.1, OP-1.2.2, OP-1.2.3, OP-1.3.1.
	Текущий контроль	Контрольная работа, коллоквиум	2				
	Раздел 3. Производная и ее применение					1, 2	
3.1	Определение производной и ее геометрический смысл. Алгебра производных, таблица производных. Особые случаи.		2		8		OP-1.1.1, OP-1.1.2, OP-1.1.3, OP-1.2.1, OP-1.2.2, OP-1.2.3, OP-1.3.1.
3.2	Теорема Ферма, теорема Ролля. Формулы Коши и Лагранжа. Производные высших порядков. Дифференциал и его геометрический смысл. Необходимое и достаточное условие дифференцируемости функции, связь дифференциала и производной. Правила дифференцирования. Дифференциалы высших порядков. Производные от параметрически заданных функций.		2		8		OP-1.1.1, OP-1.1.2, OP-1.1.3, OP-1.2.1, OP-1.2.2, OP-1.2.3, OP-1.3.1.
3.3	Формула Тейлора для полинома. Формула Тейлора для функции, свойства остаточного члена. Остаточный член в форме Пеано, остаточный член в форме Лагранжа. Разложение в ряд Тейлора функций		2		4		OP-1.1.1, OP-1.1.2, OP-1.1.3, OP-1.2.1, OP-1.2.2, OP-1.2.3, OP-1.3.1.
3.4	Правило Лопиталя для раскрытия неопределенностей.		2		8		OP-1.1.1, OP-1.1.2, OP-1.1.3, OP-1.2.1, OP-1.2.2, OP-1.2.3, OP-1.3.1.
3.5	Условие постоянства и монотонности функции. Определение локального и глобального экстремума функции, необходимое и достаточное условия экстремума. Схема исследования функции на экстремум.		2		4		OP-1.1.1, OP-1.1.2, OP-1.1.3, OP-1.2.1, OP-1.2.2, OP-1.2.3, OP-1.3.1.
3.6	Выпуклые и вогнутые функции, вид их графика и свойства Неравенство Йенсена. Связь выпуклости с поведением производной и видом ее графика по отношению к касательной. Точки перегиба, необходимое и достаточное условия точки		2		4		OP-1.1.1, OP-1.1.2, OP-1.1.3, OP-1.2.1, OP-1.2.2, OP-1.2.3,

	перегиба. Схема исследования функции на выпуклость – вогнутость.						OP-1.3.1.
3.7	Асимптоты. Схема исследования графика функции.		2		4		OP-1.1.1, OP-1.1.2, OP-1.1.3, OP-1.2.1, OP-1.2.2, OP-1.2.3, OP-1.3.1.
	<i>Выполнение контрольной работы/контрольных заданий (Изучение учебного материала, публикаций (раскрытие неопределенностей) Подготовка практическим занятиям/коллоквиумам (по второму разделу) Выполнение заданий в Plagio модуль «Функции» Подготовка к рубежному контролю по разделу</i>				21		OP-1.1.1, OP-1.1.2, OP-1.1.3, OP-1.2.1, OP-1.2.2, OP-1.2.3, OP-1.3.1.
	Текущий контроль	Контрольная работа, коллоквиум					
	Раздел 4 Интегралы неопределенные, определенные, несобственные. Применение.					1, 2	
4.1	Неопределенный интеграл. Первообразная, неопределенный интеграл его свойства. Замена переменных, интегрирование по Интегрирование дробно-рациональных функций. Интегралы от тригонометрических функций Интегрирование дробно-линейных иррациональностей.		2		12		OP-1.1.1, OP-1.1.2, OP-1.1.3, OP-1.2.1, OP-1.2.2, OP-1.2.3, OP-1.3.1.
4.2	Определенный интеграл. Свойства интегрируемых функций. Формула Ньютона-Лейбница. Геометрические приложения определенного интеграла.		2		8		OP-1.1.1, OP-1.1.2, OP-1.1.3, OP-1.2.1, OP-1.2.2, OP-1.2.3, OP-1.3.1.
4.3	Несобственные интегралы 1-го и 2-го рода. Признаки сходимости.		2		8		OP-1.1.1, OP-1.1.2, OP-1.1.3, OP-1.2.1, OP-1.2.2, OP-1.2.3, OP-1.3.1.
	Раздел 5 Числовые ряды					1, 2	
5.1.	Определение числового ряда, его сходимости и расходимости. Свойства сходящихся рядов. Сходимость рядов с положительными членами – Признаки Коши, Даламбера. Сходимость гармонического ряда и признак сходимости Раабе.		2		8		OP-1.1.1, OP-1.1.2, OP-1.1.3, OP-1.2.1, OP-1.2.2, OP-1.2.3, OP-1.3.1.
5.2	Сходимость произвольных рядов. Умножение рядов. Двойные ряды. Бесконечные произведения – определение, свойства. Сходимость бесконечных произведений.		2		8		OP-1.1.1, OP-1.1.2, OP-1.1.3, OP-1.2.1, OP-1.2.2, OP-1.2.3, OP-1.3.1.

	<i>Выполнение контрольной работы/контрольных заданий (Изучение учебного материала, публикаций (раскрытие неопределенностей) Подготовка практическим занятиям/коллоквиумам (по второму разделу) Подготовка к рубежному контролю за семестр</i>		2		42,3		
	Текущий контроль	Контрольная работа, коллоквиум					
	Промежуточная аттестация	Экзамен					
	3 семестр						
	Раздел 6 Функции многих переменных					1, 2	
6.1	Многомерные параллелепипеды и шары. Функции многих переменных. Предел функции многих переменных. Повторные пределы, теорема об их равенстве.		3		6		OP-1.1.1, OP-1.1.2, OP-1.1.3, OP-1.2.1, OP-1.2.2, OP-1.2.3, OP-1.3.1.
6.2	Частные производные, градиент. Полное приращение и дифференциал функции многих переменных. Теоремы, дающие необходимое и достаточное условие дифференцируемости функции. Производная от сложной функции. Производная по направлению, ее связь с градиентом. Производные от неявных функций.		3		6		OP-1.1.1, OP-1.1.2, OP-1.1.3, OP-1.2.1, OP-1.2.2, OP-1.2.3, OP-1.3.1.
6.3	Производные высших порядков. Теорема о равенстве смешанных производных. Касательная плоскость и нормаль к поверхности. Ряд Тейлора функции многих переменных.		3		6		OP-1.1.1, OP-1.1.2, OP-1.1.3, OP-1.2.1, OP-1.2.2, OP-1.2.3, OP-1.3.1.
6.4	Безусловный экстремум функции многих переменных. Необходимое и достаточное условие экстремума функции многих переменных. Условный экстремум и метод Лагранжа.		3		8		OP-1.1.1, OP-1.1.2, OP-1.1.3, OP-1.2.1, OP-1.2.2, OP-1.2.3, OP-1.3.1.
	<i>Выполнение контрольной работы/контрольных заданий (Изучение учебного материала, публикаций (раскрытие неопределенностей) Подготовка практическим занятиям/коллоквиумам (по второму разделу) Подготовка к рубежному контролю за семестр</i>						
	Текущий контроль	Контрольная работа, коллоквиум			30,2		
	Раздел 7 Криволинейные и кратные интегралы					1, 2	
7.1	Криволинейные интегралы первого рода – определение, вычисление. Криволинейные интегралы второго рода – определение, вычисление, векторная форма записи, физический смысл, связь с криволинейными интегралами первого рода. Независимость криволинейных интегралов от пути (плоский случай).		3		8		OP-1.1.1, OP-1.1.2, OP-1.1.3, OP-1.2.1, OP-1.2.2, OP-1.2.3, OP-1.3.1.

7.2	Двойные интегралы – определение, свойства. Вычисление двойных интегралов по прямоугольной области и по криволинейной трапеции. Перестановка интегралов в повторном интеграле. Формула Грина. Замена переменных в двойных интегралах.		3		8		OP-1.1.1, OP-1.1.2, OP-1.1.3, OP-1.2.1, OP-1.2.2, OP-1.2.3, OP-1.3.1.
7.3	Тройные интегралы – определение, вычисление. Формула Остроградского-Гаусса. Полевые операции – градиент, дивергенция, ротор, их свойства.		3		8		OP-1.1.1, OP-1.1.2, OP-1.1.3, OP-1.2.1, OP-1.2.2, OP-1.2.3, OP-1.3.1.
	<i>Выполнение контрольной работы/контрольных заданий (Изучение учебного материала, публикаций (раскрытие неопределенностей) Подготовка практическим занятиям/коллоквиумам (по второму разделу) Подготовка к рубежному контролю за семестр</i>				30,2		
	Текущий контроль	Контрольная работа, коллоквиум					
	Раздел 8. Теория функции комплексного переменного.					1, 2	
8.1	Производная функции комплексного переменного, ее геометрический смысл. Интеграл от функции комплексного переменного, Интегральная формула Коши. Формула Коши для высших производных.		3		4		OP-1.1.1, OP-1.1.2, OP-1.1.3, OP-1.2.1, OP-1.2.2, OP-1.2.3, OP-1.3.1.
8.2	Степенные ряды. Область сходимости, нахождение радиуса сходимости.		3		8		OP-1.1.1, OP-1.1.2, OP-1.1.3, OP-1.2.1, OP-1.2.2, OP-1.2.3, OP-1.3.1.
8.3	Теория вычетов. Особые точки аналитических функций. Вычисление интегралов с помощью вычетов.		3		8		OP-1.1.1, OP-1.1.2, OP-1.1.3, OP-1.2.1, OP-1.2.2, OP-1.2.3, OP-1.3.1.
8.4	Преобразование Лапласа – определение, формула обращения, свойства. Применение преобразования Лапласа. Преобразование Фурье – определение, формула обращения, свойства. Применение преобразования Лапласа.		3		4		OP-1.1.1, OP-1.1.2, OP-1.1.3, OP-1.2.1, OP-1.2.2, OP-1.2.3, OP-1.3.1.
	<i>Выполнение контрольной работы/контрольных заданий (Изучение учебного материала, публикаций (раскрытие неопределенностей) Подготовка практическим занятиям/коллоквиумам (по второму разделу) Подготовка к рубежному контролю за семестр</i>		3		30,2		
	Текущий контроль	Контрольная работа, коллоквиум					

		М					
	Промежуточная аттестация	Экзамен					

4. Образовательные технологии, учебно-методическое и информационное обеспечение для освоения дисциплины

Текущий контроль реализуется в форме решения промежуточного теста в системе LMS Moodle (Раздел 1), а также выполнения практических задач (Разделы 1, 2, 3, 6, 7).

Примерный перечень вопросов для тестирования по разделу 1.

1. Выберите выражения, которые являются неопределенностями:

a) $1^\infty, \infty^\infty, 0^0, 0^\infty$ b) $1^\infty, 0^0, 0^\infty$

c) $1^\infty, \infty^0, 0^0$ d) $1^\infty, \infty^0, 0^\infty$

2. Укажите область определения функции $y = \arcsin x$

a) $(0, \infty)$ b) $(-1, 1)$

c) $(-\infty, +\infty)$ d) $[-1, 1]$

3. Выберите из предложенных вариантов тот, который является геометрической интерпретацией формулы Лагранжа:

a) не существует точки, принадлежащей отрезку (a, b) , в которой касательная параллельна секущей, соединяющей точки $(a, f(a)), (b, f(b))$;

b) существует точка, принадлежащая отрезку (a, b) , в которой касательная перпендикулярна секущей, соединяющей точки $(a, f(a)), (b, f(b))$;

c) существует точка, принадлежащая отрезку (a, b) , в которой касательная параллельна секущей, соединяющей точки $(a, f(a)), (b, f(b))$;

d) существует точка, принадлежащая отрезку (a, b) , в которой касательная параллельна любой секущей;

e) верного ответа нет.

4. Чем можно объяснить наличие остаточного члена формулы Тейлора?

a) тем, что остаточный член стремится к нулю;

b) тем, что остаточный член стремится к бесконечности;

c) тем, что остаточный член – это бесконечно малая величина;

d) тем, что произвольная функция не всегда полином.

5. Выберите из предложенных вариантов тот, который отражает условие существования производной функции в точке x_0 :

a) $f'(x_0) \neq 0$;

b) $f'(x_0 - 0) > f'(x_0 + 0)$;

c) $f'(x_0 - 0) \neq f'(x_0 + 0)$;

d) $f'(x_0 - 0) = f'(x_0 + 0)$;

e) производная в точке x_0 существует всегда.

6. Найдите $\frac{\partial z}{\partial x}$ для функции $z = ye^{\frac{x}{y}}$.

a) $xye^{\frac{x}{y}}$ b) $xe^{\frac{x}{y}-1}$

c) $e^{\frac{x}{y}}$ d) $ye^{\frac{x}{y}}$

e) верного ответа нет.

4.1. Рекомендуемая литература и учебно-методическое обеспечение

№ п/п	Авторы / составители	Заглавие	Издательство	Год издания, количество страниц
Основная литература				
1.	Фихтенгольц Г.М.	Основы математического анализа. Ч.1	С-Пб: Лань	2016 г.
2.	Фихтенгольц Г.М.	Основы математического анализа. Ч.2	С-Пб: Лань	2016 г.

4.2. Базы данных и информационно-справочные системы, в том числе зарубежные

1. Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ [Электронный ресурс] / Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ: [сайт]. – [Томск, 2011–2016]. – URL: <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>.

2. www.exponenta.ru (математический портал, обучающие материалы по работе с математическими пакетами прикладных программ).

4.3. Перечень лицензионного и программного обеспечения

MS Windows; MS Office.

4.4. Оборудование и технические средства обучения

Для реализации дисциплины необходимы лекционные аудитории и аудитории для проведения практических занятий. Специальные технические средства (проектор, компьютер и т.д.) требуются для демонстрации материала в рамках изучаемых разделов, проведения защиты проектов в конце семестра. Вся основная и дополнительная литература, необходимая для самостоятельной работы и подготовки к экзамену, имеется в научной библиотеке ТГУ.

5. Методические указания обучающимся по освоению дисциплины

При подготовке к практическому занятию для студентов очной формы обучения необходимо:

- изучить, повторить теоретический материал по заданной теме (лекции, учебные пособия);
- при выполнении домашних заданий, изучить, повторить типовые задания, выполняемые в аудитории;

Для самостоятельной работы обучающихся используются ресурсы, указанные в п. 3.1. Предполагается, что обучающийся самостоятельно изучает по этим источникам соответствующую тему и выполняет задание. Для обеспечения качественного формирования результатов обучения необходимо выполнение заданий в системе Plagio согласно последовательности, указанной в содержании курса, учитывающей связь разделов математического анализа и разделов курса базовой математики.

6. Преподавательский состав, реализующий дисциплину

Даммер Диана Дамировна, кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры теории вероятностей и математической статистики.

7. Язык преподавания – русский язык.