

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Радиофизический факультет

УТВЕРЖДЕНО:  
Декан  
А. Г. Коротаев

Рабочая программа дисциплины

**Математический анализ**

по направлению подготовки / специальности

**03.03.03 Радиофизика**

Направленность (профиль) подготовки/ специализация:  
**Киберфизические системы, прикладная электроника и квантовые технологии**

Форма обучения  
**Очная**

Квалификация  
**Радиофизик-кибернетик, преподаватель. Разработчик киберфизических и квантовых систем**

Год приема  
**2024**

СОГЛАСОВАНО:  
Руководитель ОП  
О.А. Доценко

Председатель УМК  
А.П. Коханенко

Томск – 2025

## **1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

РООПК 1.1 Обладает базовыми знаниями в области математики и физики, необходимыми для освоения специальных дисциплин.

РООПК 1.2 Обладает базовыми знаниями в области радиофизики, необходимыми для профессиональной деятельности

РООПК 1.3 Применяет базовые знания в области физики и радиофизики при осуществлении профессиональной деятельности.

РОУК 1.1 Знает основные направления зарубежной и отечественной философии, формально-логические законы и принципы и приемы системного и критического мышления, основы методологии научного познания, основы научной и общественной этики и её влияние на общество

## **2. Задачи освоения дисциплины**

- Освоить теоретический аппарат базовых разделов математического анализа.
- Научиться применять понятийный аппарат математического анализа при решении практических задач профессиональной деятельности.

## **3. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина относится к обязательной части образовательной программы.

## **4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине**

Первый семестр, экзамен

Второй семестр, экзамен

## **5. Входные требования для освоения дисциплины**

Для успешного освоения дисциплины требуются компетенции, сформированные в ходе освоения образовательных программ предшествующего уровня образования.

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения, содержащиеся в программе общего среднего образования по предметам: алгебра, начала анализа, геометрия, физика.

## **6. Язык реализации**

Русский

## **7. Объем дисциплины**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 12 з.е., 432 часов, из которых:

-лекции: 98 ч.

-практические занятия: 128 ч.

в том числе практическая подготовка: 0 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

## **8. Содержание дисциплины, структурированное по темам**

**Тема 1. Элементы теории множеств.**

Элементы теории множеств: логические символы, операции над множествами, булева алгебра, принцип двойственности. Метод математической индукции.

### **Тема 2. Вещественные числа и числовые множества.**

Вещественные числа. Множество вещественных чисел. Аксиомы поля вещественных чисел. Расширенное множество вещественных чисел. Окрестность точки. Границы числовых множеств. Множества точек на плоскости и в пространстве.

### **Тема 3. Функция. Отображения.**

Понятие функции. Образ и прообраз множества при заданном отображении. Суперпозиция отображений. Обратное, параметрическое и неявное отображения. Некоторые классы отображений: инъекция, сюръекция, биекция. Понятие графика функции. Основные элементарные функции. Полином, рациональная функция, иррациональная функция, трансцендентная функция. Построение графиков функций.

### **Тема 4. Векторные и метрические пространства.**

Нормированные векторные пространства. Евклидово пространство. Метрическое пространство. Окрестности. Сочетания. Бином Ньютона. Треугольник Паскаля.

### **Тема 5. Предел последовательности.**

Понятие последовательности. Сходящиеся последовательности и их свойства. Теорема о единственности предела. Геометрический смысл предела последовательности. Признаки существования предела. Предельный переход в неравенствах. Бесконечно большие и бесконечно малые последовательности. Теоремы о пределе монотонной последовательности. Вычисление пределов последовательностей. Первый и второй замечательные пределы (случай дискретного аргумента).

### **Тема 6. Предел функции.**

Определение предела функции вещественного аргумента по Гейне и по Коши. Геометрический смысл предела функции. Односторонние пределы. Критерий существования предела функций через односторонние пределы. Свойства предела функций. Бесконечно большие и бесконечно малые функции. Предел композиции функции. Теоремы о пределе функций. Первый и второй замечательные пределы (случай непрерывного аргумента). Основные методы вычисления пределов.

### **Тема 7. Непрерывность функции.**

Определение непрерывности функции. Свойства функций, непрерывных в точке. Непрерывность элементарных функций. Односторонняя непрерывность. Точки разрыва функции и их классификация. Функции, непрерывные на отрезке. Теорема Вейерштрасса. Теорема о промежуточном значении. Исследование функции на непрерывность. Сравнение бесконечно малых. Свойства бесконечно малых. Эквивалентные бесконечно малые. Вычисление пределов с использованием эквивалентных бесконечно малых.

### **Тема 8. Дифференциальное исчисление функции одной переменной.**

Понятие производной. Ее геометрический и физический смысл. Дифференцируемость и непрерывность. Основные правила дифференцирования. Производные элементарных функций. Производная сложной функции. Производная обратной функции. Производная степенно-показательной функции. Производная неявной функции, логарифмическая производная. Производная функции, заданной параметрически. Производные высших порядков. Формула Лейбница. Дифференциал. Правила вычисления дифференциала. Инвариантность формы первого дифференциала. Дифференциалы высших порядков.

Приближенные вычисления с помощью дифференциала. Основные теоремы дифференциального исчисления: теоремы Ферма, Ролля, Лагранжа, Коши. Правило Лопиталя. Формула Тейлора. Пять основных разложений. Исследование функций и построение графиков. Возрастание, убывание функции. Экстремум функции. Выпуклость, вогнутость, точки перегиба. Асимптоты. Наибольшее и наименьшее значение функции на отрезке. Построение графиков функций по характерным точкам. Задачи на приложения производной к геометрии и механике. Практические задачи на экстремум.

### **Тема 9. Неопределенный интеграл.**

Первообразная и неопределенный интеграл. Свойства неопределенного интеграла. Таблица неопределенных интегралов. Методы интегрирования: непосредственное интегрирование, замена переменной и интегрирование по частям. Интегрирование рациональных дробей: интегрирование простейших дробей. Интегрирование рациональных дробей с помощью разложения на простейшие дроби. Интегрирование иррациональных и трансцендентных функций. Интегралы от дифференциальных биномов. Интегрирование тригонометрических функций. Универсальная тригонометрическая подстановка.

### **Тема 10. Определенный интеграл и его приложения.**

Определение и условия существования определенного интеграла. Классы интегрируемых функций. Свойства определенного интеграла. Определенный интеграл как функция верхнего предела. Формула Ньютона-Лейбница. Формула замены переменной в определенном интеграле. Интегрирование по частям. Вычисление площадей плоских фигур. Вычисление длины дуги кривой. Вычисление объемов тел. Вычисление площади поверхности тела вращения. Некоторые приложения определенного интеграла к решению физических задач.

### **Тема 11. Функции нескольких переменных.**

Понятие функции нескольких переменных. Функции двух переменных и области их определения. Функции  $n$  переменных. Предел и непрерывность функции нескольких переменных. Частные производные. Полное приращение функции. Производные сложных функций. Полный дифференциал. Инвариантность формы первого дифференциала. Производная по направлению. Градиент. Производные и дифференциалы высших порядков. Теоремы о смешанных производных. Дифференцирование сложных и неявных функций. Касательная плоскость и нормаль к поверхности. Экстремумы функции нескольких переменных. Локальный экстремум. Условный экстремум.

### **Тема 12. Ряды.**

Понятие числового ряда. Основные определения и свойства. Необходимый признак сходимости. Ряды с положительными членами. Признаки сравнения. Достаточные признаки сходимости. Знакопеременные ряды. Свойства сходящихся рядов. Абсолютная и условная сходимости. Функциональные ряды. Равномерная и неравномерная сходимость. Условия равномерной сходимости. Функциональные свойства суммы ряда. Почленное интегрирование и дифференцирование рядов. Степенные ряды. Теорема Абеля. Область и радиус сходимости степенного ряда. Непрерывность суммы степенного ряда. Свойства степенных рядов. Разложение элементарных функций в степенные ряды. Ряд Тейлора.

### **Тема 13. Несобственные интегралы.**

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

### **Тема 14. Интегрирование.**

Полярная система координат. Двойной интеграл. Случай прямоугольной области. Случай криволинейной области. Замена переменных в двойном интеграле. Криволинейные интегралы. Формула Грина.

## **9. Текущий контроль по дисциплине**

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения контрольных работ, выполнения индивидуальных домашних заданий и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

Оценочные материалы текущего контроля размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

## **10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации**

Экзамен в первом семестре проводится в устной форме по билетам. Экзаменационный билет состоит из двух частей. Продолжительность экзамена 1,5 часа.

Экзамен во втором семестре проводится в устной форме по билетам. Экзаменационный билет состоит из двух частей. Продолжительность экзамена 1,5 часа.

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

## **11. Учебно-методическое обеспечение**

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» - <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=00000>

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

в) План практических занятий по дисциплине.

г) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

## **12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет**

а) основная литература:

1. Фихтенгольц, Г. М. Курс дифференциального и интегрального исчисления : учебник : в 3 томах / Г. М. Фихтенгольц. — 13-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, [б. г.]. — Том 1 — 2019. — 608 с.
2. Фихтенгольц, Г. М. Курс дифференциального и интегрального исчисления : учебник : в 3 томах / Г. М. Фихтенгольц. — 13-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, [б. г.]. — Том 2 — 2019. — 800 с.
3. Фихтенгольц, Г. М. Курс дифференциального и интегрального исчисления : учебник : в 3 томах / Г. М. Фихтенгольц. — 10-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, [б. г.]. — Том 3 — 2019. — 656 с.
4. Кудрявцев, Л. Д. Курс математического анализа в 3 т. Том 2 в 2 книгах. Книга 1 : учебник для вузов / Л. Д. Кудрявцев. — 6-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 396 с.
5. Кудрявцев, Л. Д. Курс математического анализа в 3 т. Том 2 в 2 книгах. Книга 1 : учебник для вузов / Л. Д. Кудрявцев. — 6-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 396 с.
6. Кудрявцев, Л. Д. Курс математического анализа в 3 т. Том 2 в 2 книгах. Книга 2 : учебник для вузов / Л. Д. Кудрявцев. — 6-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 323 с.
7. Кудрявцев, Л. Д. Курс математического анализа в 3 т. Том 3 : учебник для вузов /

- Л. Д. Кудрявцев. — 6-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 351 с.
8. 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, 2021. — 324 с.
  9. 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, 2021. — 315 с.
  10. Демидович, Б. П. Сборник задач и упражнений по математическому анализу : учебное пособие / Б. П. Демидович. — 22-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 624 с.

б) дополнительная литература:

1. Бермант, А. Ф. Краткий курс математического анализа : учебное пособие / А. Ф. Бермант, И. Г. Араманович. — 16-е изд. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 736 с.
2. Филимоненкова, Н. В. Множества и отображения. Интенсивное введение в математический анализ для студентов технических вузов : учебное пособие / Н. В. Филимоненкова, П. А. Бакусов. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 180 с.
3. Запорожец, Г. И. Руководство к решению задач по математическому анализу : учебное пособие / Г. И. Запорожец. — 8-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 464 с. — ISBN 978-5-8114-0912-9.
4. Берман, Г. Н. Сборник задач по курсу математического анализа : учебное пособие / Г. Н. Берман. — 9-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 492 с.
5. Бермант, А. Ф. Краткий курс математического анализа : учебное пособие / А. Ф. Бермант, И. Г. Араманович. — 16-е изд. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 736 с.
6. Зорич В.А. Математический анализ (в двух частях). — М.: Изд-во. МЦНМО, 2007. — Ч.1. — 657 с.; Ч.2. — 789 с.
7. Лекции по математическому анализу: Учебник для университетов и педагогических вузов / Г.И. Архипов, В.А. Садовничий, В.Н. Чубариков; Под ред. В.А. Садовниченко. — 2-е изд., перераб. — М.: Высшая школа, 2000. — 694 с.
8. Задачи и упражнения по математическому анализу (в двух частях) / И.А. Виноградова, С.Н. Олехник, В.А. Садовничий. — 3-е изд., испр. — М.: Дрофа, 2001. — Ч.1. — 724 с.; Ч.2. — 710 с.
9. Индивидуальные задания по высшей математике : учебное пособие : в 4 частях / под общей редакцией А. П. Рябушко. — 7-е изд. — Минск : Вышэйшая школа, [б. г.]. — Часть 1 : Линейная и векторная алгебра. Аналитическая геометрия. Дифференциальное исчисление функций одной переменной — 2013. — 304 с.
10. Индивидуальные задания по высшей математике : учебное пособие : в 4 частях / под общей редакцией А. П. Рябушко. — 6-е изд. — Минск : Вышэйшая школа, [б. г.]. — Часть 2 : Комплексные числа. Неопределенные и определенные интегралы. Функции нескольких переменных. Обыкновенные дифференциальные уравнения — 2014. — 396 с.
11. Индивидуальные задания по высшей математике : учебное пособие : в 4 частях / под общей редакцией А. П. Рябушко. — 6-е изд. — Минск : Вышэйшая школа, [б. г.]. — Часть 3 : Ряды. Кратные и криволинейные интегралы. Элементы теории поля — 2013. — 367 с.

в) ресурсы сети Интернет:

- <http://e-science.sources.ru/> – портал естественных наук
- <http://www.coursera.org/> – сайт обучающих курсов ведущих вузов мира

<https://ocw.mit.edu/index.htm> – сайт открытых курсов MIT

### 13. Перечень информационных технологий

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office On-eNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);

– публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).

б) информационные справочные системы:

– Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ – <http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>

– Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ – <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>

– ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>

– ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>

– Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>

– ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>

– ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

в) профессиональные базы данных (*при наличии*):

– Университетская информационная система РОССИЯ – <https://uisrussia.msu.ru/>

– Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС) – <https://www.fedstat.ru/>

### 14. Материально-техническое обеспечение

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения занятий семинарского типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

Аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации в смешанном формате («Актру»).

### 15. Информация о разработчиках

Лобода Юлия Анатольевна, кандидат технических наук, кафедра Общей математики Механико-математического факультета ТГУ, доцент.