

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

Научно-образовательный центр «Высшая ИТ школа»

УТВЕРЖДЕНО:
Исполнительный директор НОЦ ВИТШ

Т. С. Кетова

Рабочая программа дисциплины

Математический анализ

по направлению подготовки
09.03.04 (33.04) Программная инженерия

Направленность подготовки:
«Топ-ИТ»

Форма обучения
Очная

Квалификация
Программный инженер

Год приема
2025

СОГЛАСОВАНО:
Руководитель ОП
О. А. Змеев

Председатель УМК
Д. О. Змеев

Томск – 2025

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций и результатов обучения:

БК-5	Способен использовать прикладную вычислительную математическую теорию в форме построения логической цепочки математических суждений для разделения вычислительных и аналитических задач на более мелкие подзадачи с последующих их решением и обобщения результатов на общую задачу
РОБК-5.4	Знает основы теории доказательств;
РОБК-5.6	Умеет использовать построение логической цепочки суждений для построения доказательств математических, или сводимых к математическим задач;
РОБК-5.8	Умеет объяснять собственные математические выкладки заинтересованным сторонам;
РОБК-5.9	Умеет находить ошибки в логике доказательств математических задач.

2. Задачи освоения дисциплины

– Освоить теоретический аппарат математического анализа и основные методы математических рассуждений.

– Научиться применять теоретический аппарат высшей математики и математического анализа для решения практических задач профессиональной деятельности.

– Сформировать навык работы с учебной и профессиональной литературой, связанной с различными разделами математического анализа.

3. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули)» обязательной части образовательной программы.

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

Семестр 1, Экзамен

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения, сформированные в ходе освоения образовательных программ предшествующего уровня по следующим дисциплинам: «Алгебра и начала анализа», «Геометрия».

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 з.е., 180 часов, из которых:

– лекции: 46.0 ч.;

– практические занятия: 44.0 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам

Тема 1. Введение в анализ.

1.1 Применение методов и подходов математического анализа к решению практических задач (Лекция).

Тема 2. Понятие функции.

2.1 Определение функции и графика функции. Описание данных с помощью функции. (Лекция)

2.2 Основные элементарные типы функций, их свойства и примеры. (Лекция, Практика)

2.3 Предел функции. (Лекция, Практика)

2.4 Непрерывность функции. Разрывы функции, типы разрывов. (Лекция, Практика)

Тема 3. Дифференциальное исчисление функции.

3.1 Понятие производной и правила дифференцирования. (Лекция, Практика)

3.2 Дифференциал функции. (Лекция)

3.3 Производные и дифференциалы высших порядков. Визуализация функции двух переменных. Частная производная. Градиент функции. Экстремумы функции нескольких переменных. Градиентный спуск. (Лекция, Практика)

3.4 Приложения производной. (Лекция)

Тема 4. Интегрирование.

4.1 Первообразная и неопределённый интеграл. (Лекция, Практика)

4.2 Определённый интеграл, его геометрический и физический смысл. (Лекция, Практика)

4.3 Кусочно-заданные функции и их интегрирование. (Лекция, Практика)

4.4 Интегрирование по частям и замена переменных. (Лекция, Практика)

4.5 Несобственный интеграл. (Лекция, Практика)

Тема 5. Числовые ряды.

5.1 Определение числового ряда, его сходимость и расходимость. (Лекция, Практика)

5.2 Свойства сходящихся рядов. Сходимость рядов с положительными членами. Признаки сходимости. (Лекция, Практика)

9. Текущий контроль по дисциплине

Элементы текущего контроля:

– контроль посещаемости;

– контрольная работа по лекционному и практическому материалу.

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения контрольных работ, тестов в электронной среде по лекционному материалу и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

Результаты работы определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Оценка «отлично» выставляется, если дан развернутый ответ на первый теоретический вопрос и даны решения всех задач контрольной, приведены все формулы и рассуждения, но допускается не более двух незначительных вычислительных ошибок.

Оценка «хорошо» выставляется, если дан развернутый ответ на первый теоретический вопрос и приведены решения для всех задач, все формулы и рассуждения, но допущено более двух вычислительных ошибок, либо не выполнено одно задание.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если дан развернутый ответ на первый теоретический вопрос и даны правильные решения 3 задач контрольной.

Контроль посещаемости занятий ведется преподавателем практических занятий. В случае пропуска студентом более 50% занятий преподаватель имеет право провести устное

собеседование со студентом перед контрольной работой и не допустить его до контрольной работы.

Оценочные материалы текущего контроля размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе».

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация реализуется путем проведения экзамена в конце каждого из четырех модулей по соответствующему разделу. Итоговая оценка за экзамен выводится как среднее арифметическое оценок за четыре модуля. В экзаменационном билете должны присутствовать вопросы по практике и теории по основным пройденным темам.

Критерий оценивания ответа на экзамене (на подготовку и ответ на экзамене отводится 1,5 академического часа):

Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
означает неспособность студента математически верно сформулировать определения или результаты, требуемые в вопросе.	означает способность студента привести частично верно сформулированные результаты и неумение применить сформулированные определения и результаты к конкретной ситуации.	означает способность студента верно сформулировать определения и термины и привести отдельные части решения при не способности построить логическую цепочку решения задачи без дополнительных указаний.	означает способность студента привести верно сформулированные термины и определения или умение применить сформулированные определения и результаты к конкретной ситуации, делать необходимые обобщения и выводы.

Примерный перечень теоретических вопросов:

1. Понятие функции: основные элементарные функции.
2. Предел функции. Записать все определения.
3. Бесконечно малые и бесконечно большие функции: определение, свойства и их взаимная связь.
4. Непрерывность функции: определение, геометрическая интерпретация.
5. Точки разрыва и их классификация.
6. Определение и геометрический смысл производной.
7. Уравнение касательной и нормали к кривой.
8. Определение и геометрический смысл дифференциала.
9. Правила дифференцирования и таблица производных.
10. Дифференцирование показательной-степенной, неявно и параметрически заданной функции.
11. Производные и дифференциалы высших порядков.
12. Правило Лопиталя, применение к раскрытию неопределенностей.
13. Точки экстремума. Теоремы о необходимых и достаточных условиях существования экстремума.

14. Выпуклость, вогнутость функции. Точки перегиба. Теорема о достаточных условиях существования точки перегиба.
15. Асимптоты: определение, виды (наклонная, вертикальная).
16. Определение функции нескольких переменных. Область определения.
17. Частные производные функций нескольких переменных.
18. Производная сложной функции и функции заданной неявно.
19. Частные производные и полное приращение функции (геометрическая иллюстрация).
20. Частные производные и дифференциалы высших порядков.
21. Градиент и производная по направлению. Свойства градиента.
22. Касательная плоскость и нормаль к поверхности.
23. Экстремум функции нескольких переменных (необходимые и достаточные условия).
24. Наименьшее и наибольшее значение функции в замкнутой области.
25. Понятие первообразной функции и неопределенного интеграла.
26. Понятие определенного интеграла, его геометрический и физический смысл.
27. Свойства определенного интеграла.
28. Формула Ньютона-Лейбница. Вычисление определенного интеграла.
29. Метод замены переменной и метод интегрирования по частям.
30. Задачи, приводящие к понятию определенного интеграла.
31. Определение интегральной суммы Римана.
32. Геометрические приложения определенного интеграла: вычисление площадей плоских фигур в декартовой и полярной системах координат.
33. Определение и вычисление длины дуги плоской кривой.
34. Вычисление объемов тел.
35. Общая схема применения определенного интеграла к решению прикладных задач.
36. Несобственные интегралы с бесконечными пределами. Определение, свойства.
37. Признаки сходимости интегралов от неотрицательных функций. Абсолютная и условная сходимость.
38. Несобственные интегралы от неограниченных функций.
39. Теорема сравнения для несобственных интегралов.
40. Определение суммы числового ряда. Свойства сходящихся рядов.
41. Признаки сходимости положительных рядов.
42. Признаки Даламбера, Коши сходимости положительных рядов.
43. Интегральный признак Коши.

Примерный перечень практических заданий:

1. Вычислить пределы

$$1). \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{6x^2 + 2x}{3x^2 + 1}, \quad 2). \lim_{x \rightarrow 0} \frac{x^2}{1 - \cos 2x}, \quad 3). \lim_{x \rightarrow \infty} \left(\frac{x+2}{x-1} \right)^{\frac{x^2+1}{x}}$$

2. Вычислить производные функции

$$1). y = (\sin x)^{e^x}, \quad 2). \begin{cases} y = t - \sin t, \\ x = 1 - \cos t. \end{cases}$$

3. Пользуясь правилом Лопиталья, найти предел

$$\lim_{x \rightarrow 1} \left(\frac{x^2}{x-1} - \frac{1}{\ln x} \right)$$

4. Исследовать функцию и построить ее график

$$y = xe^{\frac{x}{2}}$$

5. Исследовать на экстремум функцию

$$z = x^2 - 2xy + 3y^2 + 2x - 4y + 5$$

6. Найти неопределенные интегралы

1). $\int \frac{xdx}{\sqrt{2x^2+3}}$,

2). $\int (x+1) \sin 2x dx$,

3). $\int \frac{2x+3}{x^3+2x^2+x} dx$

7. Вычислить определенный интеграл

1). $\int_1^4 \frac{xdx}{x^2+3}$,

2). $\int_0^2 (x+2)e^x dx$,

3). $\int_1^3 \frac{dx}{x^2+x}$

8. Исследовать на сходимость интегралы

1). $\int_1^{\infty} \frac{dx}{x^2+1}$,

2). $\int_0^1 \frac{\ln(x+1)}{\sqrt{x^3}} dx$.

9. Исследовать на сходимость ряды

1). $\sum_{n=1}^{\infty} n^3 \sin\left(\frac{\pi}{2^{n+1}}\right)$,

2). $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{n^2+1}{3^n}$,

3). $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{n^2+2}{3^{n+1}}$,

4).

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n} \sin\left(\frac{1}{\sqrt{n}}\right).$$

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе».

11. Учебно-методическое обеспечение

- а) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.
- б) Раздаточный материал к практическим занятиям по дисциплине.
- в) Система учета результатов производится с помощью внутренней LMS системы ВИТШ.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

- а) основная литература:
 - Бугров Я.С., Никольский С.М. Высшая математика: учебник для вузов в 3 томах М.: Дрофа, 2008
 - Берман Г.Н. Сборник задач по курсу математического анализа. - Екатеринбург: АТП, 2011.
 - Данко П.Е и др. Высшая математика в упражнениях и задачах: учебное пособи М.: Мир и Образование Астрель Оникс, 2012
 - Натансон И. П. Краткий курс высшей математики: [учебное пособие для студентов вузов по направлению "Технические науки" (550000)] / И. П. Натансон. – Изд. 10-е, стер. – СПб. [и др.]: Лань, 2016. – 727 с. – URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=283 (2009)
- б) дополнительная литература:
 - Математика в примерах и задачах: учебное пособие / Л. Н. Журбенко, Г. А. Никонова, Н. В. Никонова [и др.]. – М.: ИНФРА-М, 2016. – 371 с.
 - Высшая математика в упражнениях и задачах: в 2 ч. / П. Е. Данко, А. Г. Попов, Т. Я. Кожевникова. – М.: ОНИКС 21 век [и др.], 2003. – Ч. 1-2.
 - Богомолова Е. П. Сборник задач и типовых расчетов по общему и специальным курсам высшей математики: учебное пособие / Е. П. Богомолова, А. И. Бараненков, И. М. Петрушко. – СПб. [и др.]: Лань, 2015. – 462 с. – URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=61356
 - Письменный Д. Т. Конспект лекций по высшей математике: полный курс / Д. Т. Письменный. - 9-е изд. - М.: Айрис-пресс, 2005. - 608 с.: ил.
 - Кузнецов Л. А. Сборник задач по высшей математике. Типовые расчеты: учеб. пособие / Л. А. Кузнецов. - 13-е изд., стер. – СПб.: Лань, 2015. – 240 с. – Режим доступа ЭБС Лань: <http://e.lanbook.com/book/4549>
- в) ресурсы сети Интернет:
 - <https://www.pm298.ru> (Прикладная математика);
 - <https://education.yandex.ru/handbook/math> (Математика для анализа больших данных);
 - <https://teach-in.ru/course/mathan-fomenko> Математический анализ. Часть 1.
 - <https://teach-in.ru/course/mathan-fomenko2> Математический анализ. Часть 2.

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 OneNote, 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>[HYPERLINK](#)

["http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system"](http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system)[HYPERLINK](#)

["http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system"](http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system)theme=system

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

14. Материально-техническое обеспечение

– Аудитория 428 (проведение лекционных занятий, консультаций, мероприятий промежуточной аттестации): оборудована мультимедийным комплексом (компьютер, проектор, звуковое сопровождение, камеры), посадочных мест – 100. Система АКTRУ: автоматическая запись и трансляция лекций; автоматическая загрузка лекций в ЭИОС; видеопортал с уникальными инструментами поиска по видео с точностью до секунды; онлайн видеомонтаж; интеграция с расписанием; возможность создания субтитров.

– Аудитория 302 (проведение лекционных занятий, консультаций, мероприятий промежуточной аттестации): оборудована мультимедийным комплексом (компьютер, проектор, звуковое сопровождение, камеры), посадочных мест – 242. Система АКTRУ: автоматическая запись и трансляция лекций; автоматическая загрузка лекций в ЭИОС; видеопортал с уникальными инструментами поиска по видео с точностью до секунды; онлайн видеомонтаж; интеграция с расписанием; возможность создания субтитров

– Аудитория 423 (проведение лекционных занятий, консультаций, мероприятий промежуточной аттестации): оборудована мультимедийным комплексом (компьютер, проектор, звуковое сопровождение, камеры), посадочных мест – 58. Система АКTRУ: автоматическая запись и трансляция лекций; автоматическая загрузка лекций в ЭИОС; видеопортал с уникальными инструментами поиска по видео с точностью до секунды; онлайн видеомонтаж; интеграция с расписанием; возможность создания субтитров.

– Аудитория 411 (проведение лекционных и практических занятий, консультаций, мероприятий промежуточной аттестации): оборудована мультимедийным комплексом (компьютер, проектор, звуковое сопровождение, камеры), посадочных мест – 57. Система АКTRУ: автоматическая запись и трансляция лекций; автоматическая загрузка лекций в ЭИОС; видеопортал с уникальными инструментами поиска по видео с точностью до секунды; онлайн видеомонтаж; интеграция с расписанием; возможность создания субтитров.

– Аудитория 224 (проведение лекционных и практических занятий, консультаций, мероприятий промежуточной аттестации): оборудована мультимедийным комплексом (компьютер, проектор, звуковое сопровождение, камеры), посадочных мест – 32.

– Аудитория 220 (проведение лекционных и практических занятий, консультаций, мероприятий промежуточной аттестации): оборудована мультимедийным комплексом (компьютер, проектор, звуковое сопровождение, камеры), посадочных мест – 50.

– Аудитория 214 (проведение практических занятий, семинаров в малых группах, консультаций, мероприятий промежуточной аттестации): телевизор LED Samsung 65" UE65TU7090UXRU 7 черны й/U Ига HD/50HT/DVB-T2/DVB-C/DVB-S2 /USB/WiFi/Smart TU

– Аудитория 216 (проведение практических занятий, семинаров в малых группах,

консультаций, мероприятий промежуточной аттестации): 13 ноутбуков MSI GF63 Thin 9SCXR-454RU, 15.6", IPS, Intel Core i7 9750H 2.6ГГц, 8Гб, 512Гб SSD+Телевизор LED Samsung 65" UE65TU7090UXRU 7 черный/U Игра HD/50HT/DVB-T2/DVB-C/DVB-S2 /USB/WiFi/Smart TV.

– Аудитория 218 (проведение практических занятий, семинаров в малых группах, консультаций, мероприятий промежуточной аттестации): Телевизор LED Samsung 65" UE65TU7090UXRU 7 черный/U Игра HD/50HT/DVB-T2/DVB-C/DVB-S2 /USB/WiFi/Smart TV.

– Аудитория 227 (проведение практических занятий, семинаров в малых группах, консультаций, мероприятий промежуточной аттестации): интерактивная ЖК-панель 65" Lumien LMP6502MLRU со встроенным компьютером, посадочных мест – 16.

– Компьютерный холл (аудитория 233,235,236,237) (проведение практических занятий, консультаций, мероприятий промежуточной аттестации): оборудована мультимедийным комплексом (компьютер, звуковое сопровождение, камеры), посадочных мест – 60. Возможность разделения общего пространства на 4 отдельных класса для проведения занятий в малых группах. Акустическая система Yamaha VXS5W, 70/100 В 30Вт, 8 Ом 150 Вт, 5,25"+0,75", 62Гц - 20кГц, 114 Дб. Кнопочная панель управления Kramer RC-206; Коммутатор 2x1 Kramer VS-211UHD HDMI с автоматическим переключением, коммутация по наличию сигнала, поддержка 4K60 4:2:0; Коммутатор 4x1 Kramer VS-411UHD HDMI и аналогового, поддержка 4K60 4:2:0, Step-In, эмбедирование аудио. аудио с автоматическим переключением; Коммутатор TP-Link TL-SG1016D 16 портов Ethernet 10/100/1000 Мбит/сек; Микширующий усилитель Yamaha MA2030A; Спикерфон Yamaha YVC-330; Усилитель-распределитель 1:2 Kramer VM-2H2 HDMI UHD, Поддержка 4к60 4:4:4, HDMI 2.0; Усилитель-распределитель 1:4 Kramer VM-4H2 HDMI UHD, Поддержка 4к60 4:4:4, HDMI 2.0; Видеокамера CleverMic 1011U-10 FullHD, 10x, USB 3.0, LAN. Стационарные ПК: системный блок (Intel(R) Core(TM) i5-10400F CPU@ 2.90GHz 2.90 GHz ОЗУ16.0 Гб, HDD500Гб)+монитор Samsung S24F350FHI) – 48. Интерактивная ЖК-панель 86" LG 86TR3BF(233 ауд., 1 шт)+ ЖК-панель 75" LG 75UL3 (235,236, 237- 6 шт).

– Компьютерный класс (аудитория 239) (проведение практических занятий, консультаций, мероприятий промежуточной аттестации): 11 ноутбуков Dell G3 3579 Core i7 8750H/8Gb/1 Tb SSD200GbinVidia GeForce GTX 1050 TI 4Gb 15.6" 1920*1080 + Телевизор LED Samsung 65" UE65TU7090UXRU 7 черный/U Игра HD/50HT/DVB-T2/DVB-C/DVB-S2 /USB/WiFi/Smart TV.

15. Информация о разработчиках:

Пауль Светлана Владимировна, доктор физико-математических наук, доцент, профессор НОЦ ВИТШ.

Шкленник Мария Александровна, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры ТвиМС.