

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тверской государственный технический университет»
(ТвГТУ)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор
по учебной работе
_____ Э.Ю. Майкова
« ____ » _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)»
«Математический анализ»

Направление подготовки специалистов – 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

Направленность (профиль) – Радиоэлектронные системы и комплексы

Типы задач профессиональной деятельности: проектный; научно-исследовательский

Форма обучения – очная

Факультет информационных технологий

Кафедра «Информатики и прикладной математики»

Тверь 20_____

Рабочая программа дисциплины соответствует ОХОП подготовки специалистов в части требований к результатам обучения по дисциплине и учебному плану.

Разработчик программы:
доцент кафедры ИПМ

Н.А. Стукалова

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ИПМ
« » _____ 20__ г., протокол №. _____

Заведующий кафедрой

Е.Е. Фомина

Согласовано:
Начальник учебно-методического
отдела УМУ

Д.А.Барчуков

Начальник отдела
комплектования
зональной научной библиотеки

О.Ф. Жмыхова

1. Цель и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины «*Математический анализ*» является освоение студентом базового математического аппарата, являющегося основой для последующего освоения как специальных и прикладных разделов математики, так и других фундаментальных общетехнических и специальных технических дисциплин, использующих математические методы и составляющих теоретическую базу специалиста.

Задачами дисциплины являются формирование понятий предельного перехода, производной, дифференциала, интеграла, ряда, изучение их свойств и связей между ними, обучение их применению к решению задач; развитие логического мышления и математической культуры, необходимых для изучения профессиональных дисциплин и проведения научно-исследовательской работы; развитие математической (качественной, аналитической и геометрической) интуиции.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к обязательной части Блока 1 ОП ВО. Для освоения дисциплины «*Математический анализ*» студенты используют знания, умения и навыки, сформированные в ходе изучения математики в процессе довузовского обучения. Освоение данной дисциплины является необходимой основой для последующего изучения дисциплин, сопряженных с профессиональными стандартами и профильной направленностью.

Приобретенные знания в рамках данной дисциплины необходимы для изучения «*Дифференциальные уравнения*», «*Радиотехнические цепи и сигналы*», «*Основы конструирования и технологии производства радиоэлектронных систем*».

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине.

3.1 Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция, закреплённая за дисциплиной в ОХОП:

ОПК-1. *Способен представить адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знаний основных положений, законов и методов естественных наук и математики.*

Индикаторы компетенции, закреплённые за дисциплиной в ОХОП:

ИОПК-1.1 *Применяет физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера.*

Знать:

З1. Знает области и границы применимости математических методов; методы логического доказательства.

Уметь:

У1. Выбирает, комбинирует и адаптирует методы к решению нестандартной задачи; обосновывает методы.

3.2. Технологии, обеспечивающие формирование компетенций

Проведение лекционных занятий, практических занятий.

4. Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы

Таблица 1. Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы

| Вид учебной работы | Зачетные единицы | Академические часы |
|--|------------------|--------------------|
| Общая трудоемкость дисциплины | 9 | 324 |
| Аудиторные занятия (всего) | | 135 |
| В том числе: | | |
| Лекции | | 45 |
| Практические занятия (ПЗ) | | 90 |
| Лабораторные работы (ЛР) | | не предусмотрены |
| Самостоятельная работа обучающихся (всего) | | 153+36 (экз) |
| В том числе: | | |
| Курсовая работа | | не предусмотрена |
| Курсовой проект | | не предусмотрен |
| Расчетно-графические работы | | не предусмотрены |
| Другие виды самостоятельной работы: - подготовка к практическим занятиям и тестам | | 90 |
| Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (зачет) | | 40 |
| Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (экзамен) | | 23+36 (экз) |
| Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего) | | 0 |

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Структура дисциплины

Таблица 2. Модули дисциплины, трудоемкость в часах и виды учебной работы

| № | Наименование модуля | Труд-ть часы | Лекции | Практич. занятия | Лаб. работы | Сам. работа |
|---|---|--------------|--------|------------------|-------------|-------------|
| 1 | Множества | 6 | 1 | 2 | - | 3 |
| 2 | Числовые последовательности | 9 | 1 | 2 | - | 6 |
| 3 | Предел и непрерывность функции | 14 | 2 | 4 | - | 8 |
| 4 | Производная и дифференциал функции | 14 | 2 | 4 | - | 8 |
| 5 | Основные теоремы дифференциального исчисления | 9 | 1 | 2 | - | 6 |
| 6 | Исследование свойств функций и построение их графиков | 14 | 2 | 4 | - | 8 |

| № | Наименование модуля | Труд-ть часы | Лекции | Практич. занятия | Лаб. работы | Сам. работа |
|----------------------------|--|--------------|-----------|------------------|-------------|--------------------|
| 7 | Неопределённый интеграл | 14 | 2 | 4 | - | 8 |
| 8 | Определённый интеграл | 14 | 2 | 4 | - | 8 |
| 9 | Приложения определённого интеграла | 14 | 2 | 4 | - | 8 |
| <i>Итого за 1 семестр</i> | | <i>108</i> | <i>15</i> | <i>30</i> | <i>-</i> | <i>63</i> |
| 10 | Несобственный интеграл | 18 | 2 | 4 | - | 8+4(экз) |
| 11 | Пространство \mathbb{R}^n | 18 | 2 | 4 | - | 8+4(экз) |
| 12 | Частные производные функции многих переменных | 26 | 4 | 10 | - | 8+4(экз) |
| 13 | Производная функции многих переменных по направлению, градиент и их свойства | 18 | 2 | 4 | - | 8+4(экз) |
| 14 | Производные высших порядков | 20 | 4 | 4 | - | 8+4(экз) |
| 15 | Условный экстремум функции многих переменных, его геометрическая интерпретация | 18 | 2 | 4 | - | 8+4(экз) |
| 16 | Числовые ряды | 56 | 8 | 20 | - | 22+6(экз) |
| 17 | Кратные и криволинейные интегралы | 42 | 6 | 10 | - | 20+6(экз) |
| <i>Итого за 2 семестр</i> | | <i>216</i> | <i>30</i> | <i>60</i> | <i>-</i> | <i>90+36(экз)</i> |
| <i>Всего на дисциплину</i> | | <i>324</i> | <i>45</i> | <i>90</i> | <i>-</i> | <i>153+36(экз)</i> |

5.2. Содержание дисциплины

МОДУЛЬ 1 «Множества»

Множества и операции над ними. Декартово произведение множеств. Множество действительных чисел. Верхние и нижние грани. Предельные точки. Отображения и их свойства. Числовые функции, определённые на числовых множествах. Область определения и множество значений функции. Элементарные функции.

МОДУЛЬ 2 «Числовые последовательности»

Предел числовой последовательности. Признаки существования предела. Основные теоремы о пределах последовательностей.

МОДУЛЬ 3 «Предел и непрерывность функции»

Предел функции при стремлении аргумента к бесконечности и конечному значению, односторонние пределы функции в точке. Бесконечно малые величины, их роль в изучении поведения функций. Сравнение бесконечно

малых, эквивалентные бесконечно малые функции. Теоремы о пределах. Признаки существования предела функции, предельный переход в неравенствах. Связь бесконечно малых и бесконечно больших величин. Первый и второй замечательные пределы, число e .

Непрерывность, точки разрыва. Различные определения непрерывности. Непрерывность элементарных функций. Свойства функций непрерывных на отрезке.

МОДУЛЬ 4 «Производная и дифференциал функции»

Геометрический и физический смысл производной. Связь между непрерывностью и дифференцируемостью функции. Правила дифференцирования. Производные основных элементарных функций. Дифференцирование неявных функций и функций, заданных параметрически. Дифференциал функции и его свойства, инвариантность формы первого дифференциала. Производные и дифференциалы высших порядков. Эластичность и её свойства.

МОДУЛЬ 5 «Основные теоремы дифференциального исчисления»

Теоремы Ролля, Лагранжа и Коши. Раскрытие неопределённостей. Теоремы Лопиталя-Бернулли.

МОДУЛЬ 6 «Исследование свойств функций и построение их графиков»

Возрастание и убывание функции. Минимум и максимум функции, теорема Ферма. Достаточные условия экстремума функции. Наибольшее и наименьшее значения функции на отрезке. Выпуклость и точки перегиба графика функции. Асимптоты графика. Общий план исследования поведения функции.

МОДУЛЬ 7 «Неопределённый интеграл»

Первообразная функция, структура неопределённого интеграла. Таблица простейших неопределённых интегралов и правила интегрирования. Основные свойства неопределённого интеграла. Простейшие методы интегрирования: замена переменной или способ подстановки, интегралы от функций, содержащих квадратный трёхчлен, интегрирование по частям. Интегрирование рациональных функций, некоторых иррациональных функций, тригонометрических функций.

МОДУЛЬ 8 «Определённый интеграл»

Задача о вычислении пути по заданной скорости, приводящая к задаче вычисления площади плоской фигуры, ограниченной кривыми линиями. Интегральные суммы. Определение интеграла (по Риману). Необходимое условие интегрируемости функции. Основные свойства определённого интеграла: сравнение, свойство аддитивности, теорема о среднем значении. Интегрируемость непрерывной функции, интегрируемость кусочно-непрерывной функции.

Вычисление определённого интеграла, интеграл с переменным верхним пределом. Формула Ньютона-Лейбница. Замена переменной в определённом интеграле, интегрирование по частям.

МОДУЛЬ 9 «Приложения определённого интеграла»

Геометрические приложения определённого интеграла: площадь криволинейной трапеции, вычисление площади при параметрическом задании уравнений кривой, площадь в полярных координатах; длина дуги кривой; объём тела вращения; площадь поверхности вращения; вычисление центра тяжести плоской фигуры.

МОДУЛЬ 10 «Несобственный интеграл»

Несобственный интеграл с бесконечными пределами интегрирования.

Несобственный интеграл от неограниченных функций. Критерий Коши. Обобщение понятия площади. Сходимость и расходимость интегралов $\int_a^{+\infty} \frac{dx}{x^p}, a > 0, \int_0^1 \frac{dx}{x^p}$.

Замена переменной, интегрирование по частям, несобственный интеграл с переменным верхним пределом. Признаки сравнения для несобственных интегралов от неотрицательных функций.

Абсолютно сходящиеся и условно сходящиеся интегралы. Признаки сходимости.

МОДУЛЬ 11 «Пространство \mathbb{R}^n »

Пространство \mathbb{R}^n . Метрика и окрестности в \mathbb{R}^n . Открытые, замкнутые, компактные и связные множества в \mathbb{R}^n . Граница множества. Понятие области в \mathbb{R}^n . Линии и поверхности уровня. Предел функции многих переменных. Непрерывность функции многих переменных в точке, на множестве.

МОДУЛЬ 12 «Частные производные функции многих переменных»

Частные производные функции многих переменных, геометрическая интерпретация для $n=2$.

Дифференцируемость функции многих переменных. Необходимое и достаточное условия дифференцируемости функции многих переменных. Производная сложной функции. Частная и полная производные. Полный дифференциал. Инвариантность формы первого дифференциала. Неявные функции.

МОДУЛЬ 13 «Производная функции многих переменных по направлению, градиент и их свойства»

Производная функции многих переменных по направлению, градиент и их свойства. Касательная плоскость и нормаль к поверхности, условия их существования и вывод уравнений. Геометрический смысл дифференциала функции двух переменных. Экстремумы функции нескольких переменных. Необходимое условие существования экстремума.

МОДУЛЬ 14 «Производные высших порядков»

Производные высших порядков. Свойства производственной функции. Дифференциалы высших порядков. Достаточные условия экстремума функции многих переменных (без доказательства). Теорема о независимости смешанных частных производных от порядка дифференцирования (без доказательства).

МОДУЛЬ 15 «Условный экстремум функции многих переменных, его геометрическая интерпретация»

Условный экстремум функции многих переменных, его геометрическая интерпретация. Функция Лагранжа. Необходимое условие существования условного экстремума (вывод для $n=2$).

Достаточные условия существования экстремума (без доказательства). Нахождение наибольшего и наименьшего значений дифференцируемой функции многих переменных на замкнутом и ограниченном множестве. Условный экстремум функции двух.

МОДУЛЬ 16 «Числовые ряды»

Числовые ряды. Определение числового ряда. Критерий Коши сходимости ряда. Необходимый признак сходимости числового ряда. Простейшие свойства сходящихся числовых рядов: сложение, вычитание рядов, умножение на число. Остаток ряда, Теорема об остатке ряда. Знакоположительные числовые ряды. Признаки сравнения числовых рядов. Признак Даламбера. Признак Коши. Интегральный признак сходимости Маклорена-Коши. Ряды Дирихле. Знакопеременные ряды. Абсолютная и условная сходимость знакопеременных рядов. Теорема о сходимости абсолютно сходящегося ряда. Структура рядов, сходящихся абсолютно и условно. Формулировка свойств абсолютно и условно сходящихся рядов. Знакопеременяющиеся числовые ряды. Признак Лейбница. Оценка суммы и остатка знакопеременяющегося ряда, удовлетворяющего признаку Лейбница. Признаки Абеля и Дирихле (без доказательства). Перестановки членов ряда. Функциональные последовательности и ряды. Область сходимости. Равномерная сходимость. Критерий Коши равномерной сходимости. Основные свойства равномерно сходящихся рядов: непрерывность суммы равномерно сходящегося ряда из непрерывных функций, почленное интегрирование и дифференцирование функциональных рядов. Степенные ряды. Теорема Абеля. Интервал сходимости и радиус сходимости степенного ряда. Основные свойства степенных рядов: Непрерывность суммы, почленное интегрирование и дифференцирование. Ряд Тейлора. Условие разложимости функции в ряд Тейлора. Разложение в ряд Маклорена основных элементарных функций. Применение степенных рядов к интегрированию обыкновенных дифференциальных уравнений. Ряд Фурье по ортогональной системе функций. Коэффициенты Фурье. Ортогональность системы тригонометрических функций на отрезках $[-\pi; \pi]$ и $[-l; l]$. Тригонометрические ряды Фурье и коэффициенты Эйлера-Фурье. Теорема Дирихле (без доказательства). Разложение в ряд Фурье периодических, чётных и нечётных функций. Неполные ряды Фурье.

МОДУЛЬ 17 «Кратные и криволинейные интегралы»

Кратные интегралы. Определения и свойства двойного и тройного интегралов. Правильная область на плоскости и в пространстве. Выражение двойного (тройного) интеграла через двукратный (трехкратный). Двойной интеграл в полярных координатах. Тройной интеграл в цилиндрических и сферических координатах. Криволинейные интегралы. Ориентированная кривая, простой замкнутый контур. Определения и свойства криволинейных интегралов первого и второго рода. Механическая интерпретация и правила вычисления криволинейных интегралов первого и второго рода. Формула Грина. Условия независимости от пути интегрирования (формы кривой). Приложения к задачам геометрии и механики. Правила и формулы вычисления: объема тела, площади плоской области (фигуры) и части поверхности.

5.3. Лабораторные работы

Учебным планом не предусмотрены.

5.4. Практические занятия.

Таблица 3. Тематика практических занятий, семинаров и их трудоемкость

| № пп. | Порядковый номер модуля. Цели практических работ | Примерная тематика занятий и форма их проведения | Труд-ть в часах |
|-------|---|---|-----------------|
| 1. | Модуль 1 Цель: изучить методы исследования области определения и множества значений функции | 1. Область определения функции 2. Множество значений функции | 2 |
| 2. | Модуль 2 Цель: изучить методы вычисления пердела числовой последовательности | 3. Вычисление предела числовой последовательности | 2 |
| 3. | Модуль 3 Цель: изучить методы вычисления пределов функций | 4. Вычисление пределов функций 5. Непрерывность и точки разрыва | 4 |
| 4. | Модуль 4 Цель: изучить методы дифференцирования | 6. Вычисление производной функции 7. Производные и дифференциалы высших порядков | 4 |
| 5. | Модуль 5 Цель: изучить основные теоремы дифференциального исчисления | 8. Раскрытие неопределенностей | 2 |
| 6. | Модуль 6 Цель: освоить общий план исследования поведения функции | 9. Экстремум функции 10. Ассимптоты | 4 |
| 7. | Модуль 7 Цель: изучить методы вычисления неопределённого интеграла | 11. Вычисление неопределенного интеграла 12. Приложения | 4 |
| 8. | Модуль 8 Цель: изучить методы вычисления определённого интеграла | 13. Вычисление определённого интеграла | 4 |
| 9. | Модуль 9 Цель: познакомиться с приложениями определённого интеграла к задачам экономики | 14. Решение практических задач | 4 |
| 10. | Модуль 10 Цель: изучить методы вычисления несобственного интеграла | 15. Вычисление несобственного интеграла 16. Сходимости и расходимость интегралов | 4 |
| 11. | Модуль 11 Цель: изучить основные понятия | 17. Предел функции многих переменных. 18. Непрерывность функции многих | 4 |

| № пп. | Порядковый номер модуля. Цели практических работ | Примерная тематика занятий и форма их проведения | Труд-ть в часах |
|-------|---|--|-----------------|
| | | переменных в точке, на множестве | |
| 12. | Модуль 12 Цель: освоить методы вычисления частных производных | 19. Вычисление частных производных | 10 |
| 13. | Модуль 13 Цель: изучить методы вычисления производных функций многих переменных | 20. Вычисление производных функций многих переменных 21. Экстремумы функции нескольких переменных | 4 |
| 14. | Модуль 14 Цель: изучить методы вычисления производных высших порядков | 22. Вычисление производных высших порядков | 4 |
| 15. | Модуль 15 Цель: освоить методы вычисления экстремума функций многих переменных | 23. Выделение экстремума функций многих переменных | 4 |
| 16. | Модуль 16 Цель: изучить основные понятия модуля, освоить решение задач | 24. Сходимость числового ряда 25. Равномерно сходящиеся ряды 26. Степенные ряды 27. Ряд Тейлора 28. Ряд Маклорена | 20 |
| 17. | Модуль 17 Цель: изучить основные понятия модуля, освоить решение задач | 29. Кратные интегралы. Определения и свойства двойного и тройного интегралов. 30. Выражение двойного (тройного) интеграла через двухкратный (трехкратный). 31. Замена переменных в интегралах. Якобиан преобразования. Двойной интеграл в полярных координатах. 32. Криволинейные интегралы. Ориентированная кривая, простой замкнутый контур. Интегралы первого и второго рода. Формула Грина. | 10 |

6. Самостоятельная работа обучающихся и текущий контроль их успеваемости

6.1. Цели самостоятельной работы

Формирование способностей к самостоятельному познанию и обучению, поиску литературы, обобщению, оформлению и представлению полученных результатов, их критическому анализу, поиску новых и неординарных решений, аргументированному отстаиванию своих предложений, умений подготовки выступлений и ведения дискуссий.

6.2. Организация и содержание самостоятельной работы

Самостоятельная работа заключается в изучении отдельных тем курса по заданию преподавателя по рекомендуемой им учебной литературе, в подготовке к практическим занятиям, к текущему контролю успеваемости и подготовке к зачету и экзамену.

После вводных лекций, в которых обозначается содержание дисциплины, ее проблематика и практическая значимость, студентам выдаются задания на практические работы. Практические работы охватывают модули 1-17.

В рамках дисциплины выполняется 32 практических работы, которые защищаются устным опросом.

Выполнение всех практических работ обязательно.

В случае невыполнения практической работы по уважительной причине студент должен выполнить пропущенные практические задания в часы, отведенные на консультирование с преподавателем.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

7.1. Основная литература по дисциплине

1. Краснова, С.А. Математический анализ для экономистов : учебник и практикум для вузов. Часть 2 / С.А. Краснова, В.А. Уткин. - Москва : Юрайт, 2022. - (Высшее образование). - Образовательная платформа Юрайт. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-9916-6978-8. - ISBN 978-5-9916-6979-5. - URL: <https://urait.ru/bcode/490413> . - (ID=142408-0)
2. Краснова, С.А. Математический анализ для экономистов : учебник и практикум для вузов : в 2 частях. Часть 1 / С.А. Краснова, В.А. Уткин. - Москва : Юрайт, 2022. - (Высшее образование). - Образовательная платформа Юрайт. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-9916-6383-0. - ISBN 978-5-9916-6979-5. - URL: <https://urait.ru/bcode/489999> . - (ID=142407-0)
3. Баврин, И.И. Математический анализ : учебник и практикум для академического бакалавриата / И.И. Баврин. - 2-е изд. ; испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2022. - (Бакалавр. Академический курс). - Образовательная платформа Юрайт. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-534-04617-5. - URL: <https://urait.ru/book/matematicheskiy-analiz-507814> . - (ID=143888-0)
4. Малугин, В.А. Математический анализ для экономического бакалавриата : учебник и практикум для вузов / В.А. Малугин. - 3-е изд. - Москва : Юрайт, 2022. - (Бакалавр. Академический курс). - Образовательная платформа Юрайт. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-9916-2406-0. - URL: <https://urait.ru/book/matematicheskiy-analiz-dlya-ekonomicheskogo-bakalavriata-508954> . - (ID=142404-0)

7.2. Дополнительная литература

1. Бермант, А.Ф. Краткий курс математического анализа : учеб. пособие для вузов / А.Ф. Бермант, И.Г. Араманович. - 15-е изд. ; стер. - СПб. [и др.] : Лань, 2009. - 736 с. - (Классическая учебная литература по математике). - Библиогр. : с. 736. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-8114-0499-5 : 520 р. 08 к. -

(ID=77349-4)

2. Запорожец, Г.И. Руководство к решению задач по математическому анализу : учеб. пособие для вузов / Г.И. Запорожец. - 8-е изд. ; стер. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2014. - 460 с. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-8114-0912-9 : 900 р. 02 к. - (ID=113280-6)

3. Запорожец, Г.И. Руководство к решению задач по математическому анализу : учеб. пособие / Г.И. Запорожец. - 6-е изд. ; стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2010. - 460 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-8114-0912-9 : 390 р. 06 к. - (ID=84141-13)

4. Ильин, В.А. Математический анализ : учебник для вузов : в 2 частях. Часть 1. В 2 книгах. Книга 2 / В.А. Ильин, В.А. Садовничий, Б.Х. Сендов. - 4-е изд. - Москва : Юрайт, 2022. - 315 с. - (Высшее образование). - Образовательная платформа Юрайт. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-534-07069-9. - ISBN 978-5-534-07068-2. - URL: <https://urait.ru/bcode/491295> . - (ID=142410-0)

5. Ильин, В.А. Математический анализ : учебник для вузов : в 2 частях. Часть 1. В 2 кн. Книга 1 / В.А. Ильин, В.А. Садовничий, Б.Х. Сендов. - 4-е изд. - Москва : Юрайт, 2022. - 324 с. - (Высшее образование). - Образовательная платформа Юрайт. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-534-07067-5. - ISBN 978-5-534-07068-2. - URL: <https://urait.ru/bcode/491294> . - (ID=142409-0)

6. Ильин, В.А. Математический анализ : учебник для вузов. Часть 2 / В.А. Ильин, В.А. Садовничий, Б.Х. Сендов. - 3-е изд. - Москва : Юрайт, 2022. - 324 с. - (Высшее образование). - Образовательная платформа Юрайт. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-534-09085-7. - ISBN 978-5-534-07068-2. - URL: <https://urait.ru/bcode/489104> . - (ID=142411-0)

7. Капкаева, Л.С. Математический анализ: теория пределов, дифференциальное исчисление : учебное пособие для вузов / Л.С. Капкаева; Капкаева Л.С. - 2-е изд. - Москва : Юрайт, 2022. - (Высшее образование). - Образовательная платформа Юрайт. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-534-04898-8. - URL: <https://urait.ru/bcode/492956> . - (ID=142393-0)

8. Кремер, Н.Ш. Математический анализ : учебник и практикум для вузов : в 2 частях. Часть 1 / Н.Ш. Кремер, Б.А. Путко, И.М. Тришин; ответственный редактор Н.Ш. Кремер. - Москва : Юрайт, 2022. - (Высшее образование). - Образовательная платформа Юрайт. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-534-02017-5. - ISBN 978-5-534-02018-2. - URL: <https://urait.ru/bcode/490810> . - (ID=142405-0)

9. Кудрявцев, Л.Д. Краткий курс математического анализа : учебник для вузов. Т. 2 : Дифференциальное и интегральное исчисления функций многих переменных. Гармонический анализ / Л.Д. Кудрявцев. - 3-е изд. ; перераб. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2002. - 424 с. - ISBN 5-9221-0183-8 : 139 р. - (ID=11149-15)

10. Кудрявцев, Л.Д. Краткий курс математического анализа : учебник для вузов. Т. 1 : Дифференциальное и интегральное исчисления функций одной переменной. Ряды / Л.Д. Кудрявцев. - 3-е изд. ; перераб. - Москва : Физматлит,

2002. - 399 с. - ISBN 5-9221-018-6 (Т. 1) : 139 р. - (ID=11148-15)
11. Кудрявцев, Л.Д. Курс математического анализа : в 3 т. : учебник для вузов. Том 2. В 2 книгах. Книга 2 / Л.Д. Кудрявцев. - 6-е изд. ; перераб. и доп. - Москва : Юрайт, 2022. - (Высшее образование). - Образовательная платформа Юрайт. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-534-10723-4. - ISBN 978-5-9916-2293-6. - ISBN 978-5-534-02793-8. - URL: <https://urait.ru/book/kurs-matematicheskogo-analiza-v-3-t-tom-2-v-2-knigah-kniga-2-490846> . - (ID=142400-0)
12. Кудрявцев, Л.Д. Курс математического анализа : в 3 т. : учебник для вузов. Том 2. в 2 книгах. Книга 1 / Л.Д. Кудрявцев. - 6-е изд. ; перераб. и доп. - Москва : Юрайт, 2022. - (Высшее образование). - Образовательная платформа Юрайт. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-534-02792-1. - ISBN 978-5-9916-2293-6. - ISBN 978-5-534-02793-8. - URL: <https://urait.ru/book/kurs-matematicheskogo-analiza-v-3-t-tom-2-v-2-knigah-kniga-1-490845> . - (ID=142399-0)
13. Кудрявцев, Л.Д. Курс математического анализа : учебник для бакалавров : в 3 т. Том 1 / Л.Д. Кудрявцев. - 6-е изд. ; перераб. и доп. - Москва : Юрайт, 2021. - (Бакалавр. Академический курс). - Образовательная платформа Юрайт. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-9916-3701-5. - ISBN 978-5-9916-2293-6. - URL: <https://urait.ru/book/kurs-matematicheskogo-analiza-v-3-t-tom-1-467590>. - (ID=142398-0)
14. Кудрявцев, Л.Д. Курс математического анализа : учебник для вузов : в 3 т. Том 3 / Л.Д. Кудрявцев. - 6-е изд. ; перераб. и доп. - Москва : Юрайт, 2022. - (Высшее образование). - Образовательная платформа Юрайт. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-534-02795-2. - ISBN 978-5-9916-2293-6. - URL: <https://urait.ru/book/kurs-matematicheskogo-analiza-v-3-t-tom-3-488878> . - (ID=142401-0)
15. Курс высшей математики. Введение в математический анализ. Дифференциальное исчисление : лекции и практикум : учебное пособие для вузов по напр. "Технические науки", "Техника и технологии" / И.М. Петрушко [и др.]; под общ. ред.: И.М. Петрушко (общ. ред.) [и др.]. - 4-е изд. ; стер. - СПб. : Лань, 2009. - 287 с. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-8114-0578-7 : 371 р. 36 к. - (ID=82665-12)
16. Математический анализ : учебное пособие для бакалавров / А.М. Кытманов [и др.]; под общей редакцией А.М. Кытманова. - Москва : Юрайт, 2019. - (Бакалавр. Академический курс). - Образовательная платформа Юрайт. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-9916-2785-6. - URL: <https://urait.ru/book/matematicheskiy-analiz-425244> . - (ID=142402-0)
17. Неделько, С.В. Типовые задачи по рядам и преобразованию Фурье. Специальные главы математического анализа : учебно-методическое пособие / С.В. Неделько, Г.Н. Миренкова; Новосибирский государственный технический университет. - Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2019. - ЭБС Лань. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-7782-3962-3. - URL: <https://e.lanbook.com/book/152267> . - (ID=145449-0)

18. Очан, Ю.С. Математический анализ : учеб. пособие для физ.-мат. факультетов педагогич. институтов / Ю.С. Очан, В.Е. Шнейдер. - Москва : Альянс, 2019. - 882 с. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-00106-010-9 : 1877p. - (ID=134302-6)
19. Потапов, А.П. Математический анализ. Дифференциальное и интегральное исчисление функций одной переменной в 2 ч. : учебник и практикум для вузов. Часть 2 / А.П. Потапов. - Москва : Юрайт, 2022. - 268 с. - (Высшее образование). - Образовательная платформа Юрайт. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-534-04679-3. - ISBN 978-5-9916-8899-4. - URL: <https://urait.ru/bcode/493053> . - (ID=142375-0)
20. Потапов, А.П. Математический анализ. Дифференциальное и интегральное исчисление функций одной переменной в 2 ч. : учебник и практикум для вузов. Часть 1 / А.П. Потапов. - Москва : Юрайт, 2022. - (Высшее образование). - Образовательная платформа Юрайт. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-534-04680-9. - ISBN 978-5-9916-8899-4. - URL: <https://urait.ru/bcode/489992> . - (ID=142374-0)
21. Потапов, А.П. Математический анализ. Дифференциальное исчисление ФНП, уравнения и ряды : учебник и практикум для вузов / А.П. Потапов. - Москва : Юрайт, 2022. - 379 с. - (Высшее образование). - Образовательная платформа Юрайт. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-534-08280-7. - URL: <https://urait.ru/bcode/490236> . - (ID=142392-0)
22. Садовнича, И.В. Математический анализ. Дифференцирование функций одной переменной : учебное пособие для вузов / И.В. Садовнича, Т.Н. Фоменко, Е.В. Хорошилова. - 2-е изд. - Москва : Юрайт, 2022. - 156 с. - (Высшее образование). - Образовательная платформа Юрайт. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-534-06595-4. - URL: <https://urait.ru/bcode/493094> . - (ID=142394-0)
23. Садовнича, И.В. Математический анализ: определенный интеграл : учебное пособие для вузов : в 2 частях. Часть 2 / И.В. Садовнича, Е.В. Хорошилова. - 2-е изд. - Москва : Юрайт, 2022. - (Высшее образование). - Образовательная платформа Юрайт. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-534-06672-2. - ISBN 978-5-534-05716-4. - URL: <https://urait.ru/bcode/493129> . - (ID=142397-0)
24. Садовнича, И.В. Математический анализ: определенный интеграл : учебное пособие для вузов : в 2 частях. Часть 1 / И.В. Садовнича, Е.В. Хорошилова. - 2-е изд. - Москва : Юрайт, 2022. - (Высшее образование). - Образовательная платформа Юрайт. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-534-05714-0. - ISBN 978-5-534-05716-4. - URL: <https://urait.ru/bcode/493086> . - (ID=142396-0)
25. Хорошилова, Е.В. Математический анализ: неопределенный интеграл : учебное пособие для вузов / Е.В. Хорошилова. - 2-е изд. - Москва : Юрайт, 2022. - 187 с. - (Высшее образование). - Образовательная платформа Юрайт. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-534-05715-7. - URL: <https://urait.ru/bcode/493087> . - (ID=142395-0)
26. Шибинский, В.М. Примеры и контрпримеры в курсе математического

анализа : учеб. пособие / В.М. Шибинский. - М. : Высшая школа, 2007. - 543 с. - (Для высших учебных заведений. Математика). - Библиогр. : с. 532. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-06-005774-4 : 159 р. 50 к. - (ID=75380-5)

7.3. Методические материалы

1. Тематика практических занятий дисциплины базовой части "Математический анализ" математического и естественнонаучного цикла для студентов направления подготовки бакалавров 080100 "Экономика" : в составе учебно-методического комплекса / Тверской гос. техн. ун-т, Каф. ИПМ ; сост. М.А. Смирнова. - Тверь : ТвГТУ, 2011. - (УМК-П). - Сервер. - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <http://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/98819> . - (ID=98819-1)
2. Список рекомендуемых методических пособий для изучения дисциплины базовой части "Математический анализ" математического и естественнонаучного цикла для студентов направления подготовки бакалавров 080100 "Экономика" : в составе учебно-методического комплекса / Тверской гос. техн. ун-т, Каф. ИПМ ; сост. М.А. Смирнова. - Тверь : ТвГТУ, 2011. - (УМК-ЛИТ). - Сервер. - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <http://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/98821> . - (ID=98821-1)
3. Рейтинг-план дисциплины базовой части "Математический анализ" математического и естественнонаучного цикла для студентов направления подготовки бакалавров 080100 "Экономика". Курс 1, группа 1, семестр 1, 2011/2012 учебные года : в составе учебно-методического комплекса / Тверской гос. техн. ун-т, Каф. ИПМ ; сост. М.А. Смирнова. - Тверь : ТвГТУ, 2011. - (УМК-ПЛ). - Сервер. - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <http://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/98830> . - (ID=98830-1)
4. Практические занятия по дисциплине базовой части математического и естественнонаучного цикла "Математический анализ" направления подготовки бакалавров 230100 Информатика и вычислительная техника : в составе учебно-методического комплекса / Тверской гос. техн. ун-т, Каф. ИПМ ; сост. И.Л. Кислова. - Тверь : ТвГТУ, 2011. - (УМК-П). - Сервер. - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <http://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/98560> . - (ID=98560-1)
5. Основной список вопросов и тем задач, выносимых на экзамен и входящих в содержание тестов дисциплины базовой части "Математический анализ" математического и естественнонаучного цикла для студентов направления подготовки бакалавров 080100 "Экономика" : в составе учебно-методического комплекса / Тверской гос. техн. ун-т, Каф. ИПМ ; сост. М.А. Смирнова. - Тверь : ТвГТУ, 2011. - (УМК-В). - Сервер. - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <http://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/98822> . - (ID=98822-1)
6. Конспект лекций по курсу "Математический анализ" для студентов специальностей ИВТ и ПИН (1-го курса). Первый и второй семестры : в составе учебно-методического комплекса / Тверской гос. техн. ун-т, Каф. ИПМ ; сост. И.Л. Кислова. - Тверь : ТвГТУ, 2011. - (УМК-Л). - Сервер. - Текст : электронный. - 0-00. - URL:

<http://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/98559> . - (ID=98559-1)

7. Задания для контрольных работ по дисциплине базовой части математического и естественнонаучного цикла "Математический анализ" направления подготовки бакалавров 230100 Информатика и вычислительная техника : в составе учебно-методического комплекса / Тверской гос. техн. ун-т, Каф. ИПМ ; сост. И.Л. Кислова. - Тверь : ТвГТУ, 2011. - (УМК-КР). - Сервер. - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <http://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/98561> . - (ID=98561-1)

8. Вопросы по дисциплине базовой части математического и естественнонаучного цикла "Математический анализ" направления подготовки бакалавров 230100 Информатика и вычислительная техника : содержание дисциплины : в составе учебно-методического комплекса / Тверской гос. техн. ун-т, Каф. ИПМ ; сост. И.Л. Кислова. - Тверь : ТвГТУ, 2011. - (УМК-В). - Сервер. - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <http://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/98562> . - (ID=98562-1)

9. Пиджакова, Л.М. Сборник заданий по математике. Линейная алгебра и основы математического анализа. Ч. 3 / Л.М. Пиджакова, Л.В. Семилетова; Тверской государственный технический университет. - Тверь : ТвГТУ, 2006. - Сервер. - CD. - Текст : электронный. - [б. ц.]. - URL: <http://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/61789> . - (ID=61789-2)

10. Пиджакова, Л.М. Сборник заданий по математике. Линейная алгебра и основы математического анализа. Ч. 2 / Л.М. Пиджакова, Л.В. Семилетова; Тверской государственный технический университет. - Тверь : ТвГТУ, 2006. - Сервер. - CD. - Текст : электронный. - [б. ц.]. - URL: <http://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/61788> . - (ID=61788-2)

11. Пиджакова, Л.М. Сборник заданий по математике. Линейная алгебра и основы математического анализа. Ч. 1 / Л.М. Пиджакова, Л.В. Семилетова; Тверской государственный технический университет. - Тверь : ТвГТУ, 2006. - Сервер. - CD. - Текст : электронный. - [б. ц.]. - URL: <http://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/61787> . - (ID=61787-2)

7.4. Программное обеспечение по дисциплине

Операционная система Microsoft Windows: лицензии № ICM-176609 и № ICM-176613 (Azure Dev Tools for Teaching).

Microsoft Office 2007 Russian Academic: OPEN No Level: лицензия № 41902814.

WPS Office: MPL 1.1/GPL 2.0/LGPL 2.1.

Libre Office: MPL 2.0.

LMS Moodle: GPL 3.0.

7.5. Специализированные базы данных, справочные системы, электронно-библиотечные системы, профессиональные порталы в Интернет

ЭБС и лицензионные ресурсы ТвГТУ размещены:

1. Ресурсы: <https://lib.tstu.tver.ru/header/obr-res>
2. ЭК ТвГТУ: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/Web>
3. ЭБС "Лань": <https://e.lanbook.com/>
4. ЭБС "Университетская библиотека онлайн": <https://www.biblioclub.ru/>
5. ЭБС «IPRBooks»: <https://www.iprbookshop.ru/>
6. Электронная образовательная платформа "Юрайт" (ЭБС «Юрайт»): <https://urait.ru/>
7. Научная электронная библиотека eLIBRARY: <https://elibrary.ru/>
8. Информационная система "ТЕХНОРМАТИВ". Конфигурация "МАКСИМУМ" : сетевая версия (годовое обновление) : [нормативно-технические, нормативно-правовые и руководящие документы (ГОСТы, РД, СНИПы и др.]. Диск 1, 2, 3, 4. - М. :Технорматив, 2014. - (Документация для профессионалов). - CD. - Текст : электронный. - 119600 р. – (105501-1)
9. База данных учебно-методических комплексов: <https://lib.tstu.tver.ru/header/umk.html>

УМК размещен: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/150351>

8. Материально-техническое обеспечение.

Кафедра «Информатики и прикладной математики» имеет аудитории для проведения лекций и лабораторных занятий по дисциплине; специализированные учебные классы, оснащенные современной компьютерной техникой, необходимым программным обеспечением, электронными учебными пособиями для проведения лабораторных работ и самостоятельной работы.

В наличии имеются презентационные мультимедийные лекционные курсы по дисциплине, тестирующие программы, разработанные преподавателями кафедры ИПМ и внешними разработчиками.

Для проведения лабораторных работ имеются лаборатории с персональными компьютерами (наличие локальной вычислительной сети необязательно).

9. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

9.1. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме зачета

1. Шкала оценивания промежуточной аттестации – «зачтено», «не зачтено».

2. Вид промежуточной аттестации в форме зачета.

Промежуточная аттестация в форме зачета устанавливается преподавателем по результатам текущего контроля знаний и умений обучающегося без дополнительных контрольных испытаний.

При промежуточной аттестации без выполнения дополнительного итогового контрольного испытания студенту в обязательном порядке описываются критерии проставления зачёта:

«зачтено» - выставляется обучающемуся при условии выполнения им

всех контрольных мероприятий, посещения лекций и практических занятий в объеме, соответствующем не менее чем 80% от количества часов, отведенного на контактную работу с преподавателем.

3. Для дополнительного итогового контрольного испытания студенту в обязательном порядке предоставляется:

база заданий, предназначенных для предъявления обучающемуся на дополнительном итоговом контрольном испытании (типовой образец задания приведен в Приложении);

методические материалы, определяющие процедуру проведения дополнительного итогового испытания и проставления зачёта.

Задание выполняется письменно.

Перечень вопросов дополнительного итогового контрольного испытания:

1. Основные понятия теории множеств. Отображение множеств.
2. Определение числовой последовательности и её предела. Примеры числовых последовательностей.
3. Понятие окрестности точки. Привести различные определения предела функции в точке при $x \rightarrow x_0$. Дать геометрическую иллюстрацию $\lim_{x \rightarrow x_0} f(x)$. Понятие ограниченности функции $f(x)$. Сформулировать теорему о локальной ограниченности функции, имеющей предел.
4. Доказать теорему о единственности предела функции и теорему о знаковостойности функции, имеющей ненулевой предел.
5. Определение одностороннего предела функции. Его связь с существованием предела функции в точке.
6. Дать определение и геометрическую иллюстрацию предела функции при стремлении аргумента к бесконечности ($k - \infty$ или $k + \infty$). Горизонтальные асимптоты графика функции.
7. Дать определение бесконечно малой (б.м.) величины. Доказать теоремы о сумме конечного числа бесконечно малых величин и о произведении бесконечно малой на ограниченную.
8. Сформулировать основные свойства бесконечно малых величин. Доказать, что алгебраическая сумма конечного числа бесконечно малых величин есть бесконечно малая величина.
9. Бесконечно большие (б.б.) величины. Привести пример бесконечно большой функции. Связь бесконечно малых и бесконечно больших величин.
10. Доказать теоремы (прямую и обратную) о связи между функцией, её пределом и бесконечно малой. Арифметические операции над функциями, имеющими предел в дан-ной точке или при $x \rightarrow \pm\infty$.
11. Теоремы о пределах. Доказать теорему о пределе частного двух функций, имеющих пределы.
12. Сформулировать признаки существования предела функции.
13. Доказать первый замечательный предел. Второй замечательный предел.
14. Сравнение бесконечно малых функций. Порядок малости. Дать

- определение бесконечно малых одного порядка и эквивалентных бесконечно малых.
15. Сформулировать и доказать теоремы о свойствах эквивалентных бесконечно малых величин (разность, сумма эквивалентных б.м. и пр.).
 16. Непрерывность функции в точке. Дать различные эквивалентные определения и объяснить графически.
 17. Арифметические операции над непрерывными функциями, непрерывность сложной функции. Доказать теоремы о непрерывности суммы и произведения двух функций.
 18. Точки разрыва и их классификация, привести примеры разрывных функций. Вертикальные асимптоты графика функции (дать определение).
 19. Сформулировать свойства функций непрерывных на отрезке (ограниченность, достижимость *max* и *min* значений, прохождение через промежуточные значения). Дать геометрическую иллюстрацию этих теорем.
 20. Дать определение производной функции в точке. Касательная к кривой. Геометрический и механический смысл производной.
 21. Определение дифференцируемой функции на интервале. Доказать теорему о связи между дифференцируемостью и непрерывностью функции.
 22. Правила дифференцирования функций. Вывести формулы для дифференцирования частного двух функций. Правило дифференцирования сложной функции.
 23. Вывести формулы для дифференцирования неявных и параметрически заданных функций.
 24. Определение обратной функции. Вывести правило дифференцирования обратной функции. Вывести формулу для производных функций $\arcsin x$ и $\arctg x$.
 25. Дифференциал функции. Определение, его геометрический смысл. Инвариантность формы первого дифференциала. Дифференциал второго порядка.
 26. Доказать теорему Ролля. Дать геометрическую иллюстрацию этой теоремы.
 27. Доказать теорему Лагранжа. Дать геометрическую иллюстрацию этой теоремы.
 28. Доказать теорему Коши.
 29. Доказать теорему Лопиталья (раскрытие неопределённостей типа $\frac{0}{0}$)
 30. Дать определение асимптоты графика функции. Наклонные асимптоты. Вывести формулы для вычисления коэффициентов уравнения асимптоты.
 31. Дать определение возрастающей и убывающей функции. Доказать достаточный признак возрастания функции. Геометрическая интерпретация монотонности функции.

32. Дать определение локального максимума (минимума) функции. Доказать необходимый признак существования экстремума дифференцируемой функции (теорема Ферма).
33. Сформулировать и доказать теорему о достаточном условии экстремума функции по её первой производной.
34. Доказать достаточное условие экстремума дважды дифференцируемых функций. Порядок исследования функции на экстремум в данном случае.
35. Выпуклость функции в точке. Направление выпуклости. Доказать теорему о достаточном условии выпуклости графика функции в точке.
36. Выпуклость функции на интервале. Сформулировать достаточное условие выпуклости функции и дать геометрическую иллюстрацию.
37. Определение точек перегиба графика функции. Доказать необходимое условие существования точки перегиба графика функции.
38. Сформулировать достаточное условие существования точки перегиба графика функции и изложить порядок отыскания таких точек.

Число заданий для дополнительного итогового контрольного испытания - 20.

Число вопросов – 3 (2 вопроса для категории «знать» и 1 вопрос для категории «уметь»).

Продолжительность – 60 минут.

4. Шкала оценивания промежуточной аттестации – «зачтено», «не зачтено».

5. Критерии выполнения контрольного испытания и условия проставления зачёта:

для категории «знать» (бинарный критерий):

ниже базового - 0 балл;

базовый уровень – 1 балла;

критерии оценки и ее значение для категории «уметь» (бинарный критерий):

отсутствие умения – 0 балл;

наличие умения – 1 балла.

Критерии итоговой оценки за зачет:

«зачтено» - при сумме баллов 2 или 3;

«не зачтено» - при сумме баллов 0 или 1.

При промежуточной аттестации с выполнением заданий дополнительного итогового контрольного испытания студенту выдается билет с вопросами и задачами.

Пользование различными техническими устройствами не допускается.

Преподаватель имеет право после проверки письменных ответов на экзаменационные вопросы задавать студенту в устной форме уточняющие вопросы в рамках содержания экзаменационного билета, выданного студенту.

Иные нормы, регламентирующие процедуру проведения экзамена, представлены в Положении о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

9.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме экзамена.

1. Экзаменационный билет соответствует форме, утвержденной Положением о рабочих программах дисциплин, соответствующих федеральным государственным образовательным стандартам высшего образования с учетом профессиональных стандартов. Типовой образец экзаменационного билета приведен в Приложении. Обучающемуся даётся право выбора заданий из числа, содержащихся в билете, принимая во внимание оценку, на которую он претендует.

Число экзаменационных билетов – 20. Число вопросов (заданий) в экзаменационном билете – 3 (1 вопрос для категории «знать» и 2 вопроса для категории «уметь»).

Продолжительность экзамена – 60 минут.

2. Шкала оценивания промежуточной аттестации в форме экзамена – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

3. Критерии оценки за экзамен:

для категории «знать»:

выше базового – 2;

базовый – 1;

ниже базового – 0;

критерии оценки и ее значение для категории «уметь»:

отсутствие умения – 0 балл;

наличие умения – 2 балла.

«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;

«хорошо» - при сумме баллов 4;

«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;

«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

4. Вид экзамена – письменный экзамен.

5. База заданий, предъявляемая обучающимся на экзамене.

1. Понятие функции многих переменных (примеры). Геометрическое изображение функции двух переменных (двумерная проекция, метод линий уровня).
2. Понятие окрестности точки в n -мерном пространстве. Открытые, замкнутые и ограниченные множества в $R^{(n)}$. Граница множества. Понятие области в $R^{(n)}$, точки области и их определение.
3. Понятие предела ФМП и непрерывности функции двух переменных, нахождение пределов.
4. Частные приращения, частные производные ФМП, геометрическая интерпретация для $n = 2$.
5. Частные дифференциалы функции многих переменных (на примере функции двух переменных).
6. Полное приращение, полный дифференциал ФМП. Геометрический смысл дифференциала функции двух переменных.

7. Частные производные высших порядков. Теорема о независимости смешанных частных производных от порядка дифференцирования (без доказательства).
8. Дифференцируемость ФМП. Необходимое и достаточное условие дифференцируемости функции двух переменных.
9. Производная сложной функции. Частная и полная производные.
10. Инвариантность формы первого дифференциала. Дифференциалы высших порядков.
11. Неявные функции. Теорема о существовании и дифференцируемости неявной функции (без доказательства).
12. Производная ФМП по направлению. Градиент и его свойства.
13. Максимум и минимум функции двух переменных, необходимое и достаточное условие локального экстремума функции двух переменных.
14. Понятие условного экстремума функции нескольких переменных, его геометрическая интерпретация для функции двух переменных.
15. Первообразная функция и её свойства.
16. Неопределённый интеграл, его свойства, связь с дифференциалом. Теорема о первообразных.
17. Теорема существования неопределённого интеграла. Таблица основных неопределённых интегралов.
18. Основные способы интегрирования: метод подстановки и замены переменной, интегрирование по частям.
19. Интегрирование выражений, содержащих квадратный трёхчлен.
20. Дробно-рациональные функции. Разложение правильной дроби на сумму простейших (без доказательства). Интегрирование простейших дробей и дробно-рациональных функций.
21. Интегрирование функций, рационально зависящих от тригонометрических функций, универсальная тригонометрическая подстановка.
22. Интегрирование некоторых иррациональных функций. Примеры интегралов, не выражающихся через элементарные функции.
23. Задачи, приводящие к понятию определённого интеграла. Определённый интеграл от непрерывной функции, как предел интегральной функции суммы; геометрическая интерпретация определённого интеграла. Теорема об интегрируемости кусочно-непрерывных функций (без доказательства).
24. Основные свойства определённого интеграла. Теорема об оценке определённого интеграла; теорема о среднем значении.
25. Определённый интеграл с переменным верхним пределом и его производная. Связь между определённым и неопределённым интегралом. Формула Ньютона-Лейбница.
26. Методы вычисления определённого интеграла. Вычисление определённых интегралов заменой переменной и по частям.
27. Несобственные интегралы по бесконечному промежутку (1-го рода).
28. Несобственные интегралы от неограниченных функций на отрезке (2-го рода). Сходимость и расходимость несобственных интегралов.

29. Геометрические приложения определённого интеграла: вычисление площадей плоских фигур, ограниченных кривыми, заданными в декартовых координатах. Вычисление площади криволинейного сектора в полярных координатах. Вычисление длины дуги кривой. Вычисление объёма тела по площадям параллельных сечений. Вычисление объёма и площади поверхности тела вращения. Вычисление координат центра масс.
30. Определение и свойства двойного интеграла. Выражение двойного интеграла через повторный. Теорема о среднем.
31. Замена переменных в двойном интеграле. Применение двойного интеграла в геометрии и механике.
32. Определение и свойства тройного интеграла. Выражение тройного интеграла через повторный. Теорема о среднем.
33. Замена переменных в тройном интеграле. Применение тройного интеграла в геометрии и механике.
34. Определение и свойства криволинейных интегралов первого рода. Правила вычисления.
35. Определение и свойства криволинейных интегралов второго рода. Правила вычисления.
36. Приложения криволинейных интегралов в геометрии.
37. Ряды. Сумма, частичная сумма и остаток ряда. Сходимость и расходимость ряда.
38. Положительные, знакопеременные ряды. Условная и абсолютная сходимость.
39. Необходимый признак сходимости числовых рядов. Достаточные признаки сходимости числовых рядов.
40. Признак Лейбница для знакопеременных рядов.
41. Действия над рядами (сложение рядов, умножение ряда на число).
42. Функциональные ряды. Область сходимости. Равномерная сходимость, мажорируемые ряды.
43. Свойства равномерно сходящихся рядов (непрерывность суммы, возможность интегрирования и дифференцирования).
44. Степенные ряды. Теорема Абеля. Круг (интервал) и радиус сходимости, правила их нахождения.
45. Свойства степенных рядов. Ряд Тейлора (Маклорена). Приложения степенных рядов.
46. Ряды Фурье. Тригонометрические ряды. Правила разложения в ряд Фурье.
47. Правила разложения в ряд Фурье: четных и нечетных функций, функций с произвольным периодом и непериодических функций. Условия сходимости.

Пользование различными техническими устройствами не допускается.

Преподаватель имеет право после проверки письменных ответов на экзаменационные вопросы задавать студенту в устной форме уточняющие вопросы в рамках содержания экзаменационного билета, выданного студенту.

Иные нормы, регламентирующие процедуру проведения экзамена, представлены в Положении о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

9.3. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме курсовой работы или курсового проекта

Учебным планом не предусмотрены.

10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Студенты перед началом изучения дисциплины ознакомлены с системами кредитных единиц и балльно-рейтинговой оценки, которые должны быть опубликованы и размещены на сайте вуза или кафедры.

Студенты, изучающие дисциплину обеспечиваются электронными изданиями или доступом к ним, учебно-методическим комплексом по дисциплине, включая методические указания к выполнению практических работ и всех видов самостоятельной работы.

11. Внесение изменений и дополнений в рабочую программу дисциплины

Кафедра ежегодно обновляет содержание рабочих программ дисциплин, которые оформляются протоколами. Форма протокола утверждена Положением о структуре, содержании и оформлении рабочих программ дисциплин, по образовательным программам, соответствующих ФГОС ВО с учетом профессиональных стандартов.

Приложение 1

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Тверской государственный технический университет»

Направление подготовки специалистов – 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

Направленность (профиль) – Радиоэлектронные системы и комплексы

Кафедра «Информатики и прикладной математики»

Дисциплина «Математический анализ»

Семестр 1

ЗАДАНИЕ ДЛЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ИТОГОВОГО КОНТРОЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ № 1

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 балл:

Дать определение бесконечно малой (б.м.) величины. Доказать теоремы о сумме конечного числа бесконечно малых величин и о произведении бесконечно малой на ограниченную.

2. Задание для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 балл:

Найти интервалы выпуклости вверх, вниз, точки перегиба графика функции $f(x) = x^2 + 9\sqrt[3]{x}$. Построить график функции в окрестности полученных критических точек.

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 1 балл:

Найти неопределенный интеграл $\int (4 - 3x)e^{-3x} dx$.

Критерии итоговой оценки за зачет:

«зачтено» - при сумме баллов 2 или 3;

«не зачтено» - при сумме баллов 0, или 1.

Составитель: к.т.н., доцент _____ Н.А. Стукалова

Заведующий кафедрой: к.т.н., доцент _____ Е.Е. Фомина

Приложение 2

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Тверской государственный технический университет»

Направление подготовки специалистов – 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

Направленность (профиль) – Радиоэлектронные системы и комплексы

Кафедра «Информатики и прикладной математики»

Дисциплина «Математический анализ»

Семестр 2

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:

Понятие окрестности в пространстве $\mathbf{R}^{(n)}$. Дать определение предела и непрерывности в точке функции двух переменных.

2. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:

Сформулировать и доказать основные свойства неопределённого интеграла.

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:

Для функции $u = x^2 + y^3 - z^2$ в точке $M(1;2;1)$ найти:

- а) производную по направлению \vec{MN} , где $N(4;7;-2)$;
- б) градиент.

Критерии итоговой оценки за экзамен:

«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;

«хорошо» - при сумме баллов 4;

«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;

«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

Составитель: к.т.н., доцент _____ Н.А. Стукалова

Заведующий кафедрой: к.т.н., доцент _____ Е.Е. Фомина