

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Андрей Драгомирович Хлутков
Должность: директор
Дата подписания: 16.06.2026 20:11:53
Уникальный программный ключ:
880f7c07c583b07b775f6604a630281b13ca9fd2

Приложение 4
к образовательной программе

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.02 «Математический анализ»

(индекс, наименование дисциплины, в соответствии с учебным планом)

38.03.01 Экономика

(код, наименование направления подготовки (специальности))

Финансы и кредит

(профиль)

Очная/очно-заочная

(форма обучения)

Год набора – 2026

Санкт-Петербург

Автор–составитель:

Кандидат технических наук, доцент кафедры бизнес-информатики Седов Роман Леонидович.

Заведующий кафедрой бизнес-информатики, к. в. н., профессор Наумов Владимир Николаевич.

Рабочая программа дисциплины Б1.О.02 «Математический анализ» одобрена на заседании кафедры бизнес-информатики СЗИУ РАНХиГС.

протокол № 6 от «26» марта 2026 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Объем и место дисциплины в структуре образовательной программы
3. Содержание и структура дисциплины
4. Типы оценочных материалов, показатели и критерии их оценивания
5. Формы аттестации, типовые оценочные материалы для текущего контроля успеваемости обучающихся, критерии и шкалы оценивания по контрольным точкам
6. Формы промежуточной аттестации, критерии и шкала оценивания, типовые оценочные материалы по дисциплине
7. Методические материалы по освоению дисциплины
8. Учебная литература и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»
9. Материально-техническая база, информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения программы

1.1. Дисциплина Б1.О.02 «Математический анализ» обеспечивает формирование у обучающихся следующих профессиональных компетенций:

| ОТФ/ТФ и реквизиты ПС | Код компетенции | Наименование компетенции | Код индикатора достижения компетенции | Наименование индикатора достижения компетенций | Образовательный результат |
|-----------------------|-----------------|---|---------------------------------------|--|---|
| | ПКо ОС II - 1 | 1 Способен использовать методы математического анализа для решения прикладных задач | ПКс ОС II-1.1. | Применяет знания математического анализа для профессиональной финансовой сферы | ПКо ОС II-1.1. 3-1. Знает формы и методы осуществления финансового анализа, порядка построения показателей оценки деятельности предприятий реального и финансового сектора национальной экономики |
| | | | ПКс ОС II-1.2 | Применяет методы математического анализа для решения прикладных задач | ПКо ОС II-1.2. 3-1. Знает формы и методы осуществления финансового анализа, порядка построения показателей |

| | | | | | |
|--|--|--|--|--|----|
| | | | | оценки деятельности предприятий реального и финансового сектора национальной экономики | 2. |
| | | | | ПКо ОС П-1.2. У-1. Умеет применять на практике навыки расчетов экономических, социально-экономических и финансовых показателей с использованием экономико-математических методов и моделей | |

Объем и место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Объем дисциплины

Общий объем дисциплины:

10 з.е., 360 ак. ч., 270 астр.ч.

Количество астрономических и соответствующих им академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем по очной форме обучения – 150 ак.ч. (112,5 астр.ч.), в том числе 64 ак.ч. (48 астр.ч.) лекций и 64 ак.ч (24 астр.ч) практических занятий, на консультацию к экзамену выделено 4 ак.ч. (3 астр.ч.); на самостоятельную работу обучающихся – 174 ак.ч. (130,5 астр.ч.); самостоятельная подготовка к экзамену 36 ак.ч. (27 астр.ч.), контроль – 18 ак.ч. (13,5 астр.ч) - экзамены в 1 семестре и 2 семестре.

Для очно-заочной формы обучения количество астрономических и соответствующих им академических часов, выделенных на контактную работу

обучающихся с преподавателем – 94 ак.ч. (72 астр.ч.), в том числе 32 ак.ч. (24 астр.ч.) лекций и 40 ак.ч. (30 астр.ч) семинарских занятий, на консультацию к экзамену выделено 4 ак.ч. (3 астр.ч.); на самостоятельную работу обучающихся – 230 ак.ч. (172,5 астр.ч.); самостоятельная подготовка к экзамену 36 ак.ч. (27 астр.ч.), контроль – 18 ак.ч. (13,5 астр.ч) - экзамены во 2 семестре и 3 семестре.

Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина Б1.О.02 «Математический анализ» изучается на 1 курсе, в 1 и 2 семестрах для студентов очной ф/о и во 2 и 3 семестре для студентов очно-заочной ф/о.

Освоение дисциплины Б1.О.02 «Математический анализ» опирается на минимально необходимый объем теоретических знаний, а также на приобретённые ранее умения и навыки в области базового курса «Алгебра и начала анализа», полученных в средних образовательных учреждениях.

2. Содержание и структура дисциплины

3.1. Структура дисциплины

Очная форма обучения

| №п/п | Наименование тем и (или) разделов | ВСЕГО | Объем дисциплины, ак.час | | | | | | | | | | Форма текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации | | |
|---------|---|-------|---|----|---------------------------|----|--|-----|----|------------------------|-----------------|------|--|--------|----|
| | | | Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий | | | | | | | Самостоятельная работа | | | | | |
| | | | Период теоретического обучения | | | | Период промежуточной аттестации (сессия) | | | | | | | | |
| | | | Занятия лекционного типа | | Занятия семинарского типа | | ИК | КСР | КЭ | Катт эк | К о н т р о л ь | СРкр | | СРэк | СР |
| | | | Л | ВЛ | ЛР | ПЗ | | | | | | | | | |
| Тема 1. | Множества и их отображения | 8 | 2 | | | 2 | | | | | | 1 | 3 | Кол* | |
| Тема 2. | Предел последовательности, предел и непрерывность функции | 18 | 4 | | | 4 | | | | | | 2 | 8 | К*,Кол | |
| Тема 3. | Производная и дифференциал | 18 | 4 | | | 4 | | | | | | 2 | 8 | К,Кол | |
| Тема 4. | Основные теоремы дифференциального исчисления | 14 | 4 | | | 4 | | | | | | 2 | 4 | К,Кол | |
| Тема 5. | Исследование свойств функций и | 28 | 4 | | | 4 | | | | | | 2 | 18 | К,Кол | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|------------|-----------|--|--|-----------|--|--|--|----------|--|-----------|-----------|---------|
| | построение графиков | | | | | | | | | | | | | |
| Тема 6. | Метрические пространства. Функции нескольких переменных | 7 | 2 | | | 2 | | | | | | 1 | 2 | К,Кол |
| Тема 7. | Дифференцируемость функции многих переменных. Частные производные | 15 | 4 | | | 4 | | | | | | 3 | 4 | К,Кол |
| Тема 8. | Экстремумы функций нескольких переменных | 23 | 2 | | | 2 | | | | | | 3 | 16 | К,Кол |
| Тема 9. | Неявная функция. Условный экстремум | 15 | 4 | | | 4 | | | | | | 1 | 6 | К,Кол |
| Тема 10. | Приложения теории условного экстремума к экономической теории | 23 | 2 | | | 2 | | | | | | 1 | 18 | К,Кол |
| Консультация на промежуточную аттестацию | | 2 | | | | | | | | | | | | |
| Промежуточная аттестация | | 9 | | | | | | | | 9 | | | | Экзамен |
| Итого за 1 семестр | | 180 | 32 | | | 32 | | | | 9 | | 18 | 87 | |
| Тема 11. | Неопределённый интеграл | 22 | 8 | | | 8 | | | | | | | 6 | К,Кол |
| Тема 12. | Определённый интеграл | 32 | 6 | | | 6 | | | | | | | 20 | К,Кол |
| Тема 13. | Приложения определённого интеграла | 20 | 2 | | | 2 | | | | | | | 16 | К,Кол |
| Тема 14. | Несобственный интеграл | 10 | 2 | | | 2 | | | | | | | 6 | К,Кол |
| Тема 15. | Кратные интегралы | 10 | 2 | | | 2 | | | | | | | 6 | К,Кол |
| Тема 16. | Числовые ряды | 18 | 6 | | | 6 | | | | | | | 6 | К,Кол |

| | | | | | | | | | | | | | |
|--|---------------------|------------|-----------|--|-----------|--|--|--|--|--|--|------------|---------|
| Тема 17. | Функциональные ряды | 18 | 4 | | 4 | | | | | | | 10 | К,Кол |
| Тема 18. | Эйлеровы интегралы | 12 | 2 | | 2 | | | | | | | 8 | Кол |
| Консультация на промежуточную аттестацию | | 2 | | | | | | | | | | | |
| Промежуточная аттестация | | 36 | | | | | | | | | | | Экзамен |
| Итого за 2 семестр | | 180 | 32 | | 32 | | | | | | | 78 | |
| ВСЕГО | | 360 | 64 | | 64 | | | | | | | 156 | |

* – формы текущего контроля успеваемости: контрольная работа (К), коллоквиум (Кол).

Используемые сокращения:

Л – лекции - занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации обучающимся педагогическими работниками организации и (или) лицами, привлекаемыми организацией к реализации образовательных программ на иных условиях).

ВЛ – видео лекции.

ЛР – лабораторные работы.

ПЗ – практические занятия (за исключением лабораторных работ).

ИК – индивидуальные консультации.

КСР – контроль самостоятельной работы

КЭ – консультации перед экзаменом

Каттэк – контактная работа на аттестацию в период экзаменационных сессий

СРкр – самостоятельная работа на подготовку курсовой работы/ курсового проекта.

СРэк – самостоятельная работа на подготовку к экзамену.

СР – самостоятельная работа в семестре на подготовку к учебным занятиям

Очно-заочная форма обучения

| № п/п | Наименование тем и (или) разделов | ВСЕГО | Объем дисциплины, ак.час | | Самостоятельная работа | Форма текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации |
|-------|-----------------------------------|-------|---|--|------------------------|--|
| | | | Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий | | | |
| | | | Период теоретического обучения | Период промежуточной аттестации (сессия) | | |
| | | | | | | |

| | | | Занятия лекционного типа | | Занятия семинарского типа | | ИК | КСР | КЭ | Каттэк | Контроль | СРкр | СРэк | СР | |
|---------|---|----|--------------------------|----|---------------------------|----|----|-----|----|--------|----------|------|------|----|--------|
| | | | Л | ВЛ | ЛР | ПЗ | | | | | | | | | |
| Тема 1. | Множества и их отображения | 10 | 1 | | | 1 | | | | | | | | 8 | Кол* |
| Тема 2. | Предел последовательности, предел и непрерывность функции | 16 | 2 | | | 4 | | | | | | | | 10 | К*,Кол |
| Тема 3. | Производная и дифференциал | 16 | 2 | | | 4 | | | | | | | | 10 | К,Кол |
| Тема 4. | Основные теоремы дифференциального исчисления | 13 | 1 | | | 2 | | | | | | | | 10 | К,Кол |
| Тема 5. | Исследование свойств функций и построение графиков | 20 | 2 | | | 4 | | | | | | | | 14 | К,Кол |
| Тема 6. | Метрические пространства. Функции нескольких переменных | 14 | 1 | | | 1 | | | | | | | | 12 | К,Кол |
| Тема 7. | Дифференцируемость функции многих переменных. Частные производные | 13 | 1 | | | 1 | | | | | | | | 11 | К,Кол |
| Тема 8. | Экстремумы функций нескольких переменных | 14 | 2 | | | 2 | | | | | | | | 10 | К,Кол |
| Тема 9. | Неявная функция. Условный | 19 | 2 | | | 1 | | | | | | | | 16 | К,Кол |

| | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|------------|-----------|--|--|-----------|--|--|-----------|--|-----------|------------|---------|
| | экстремум | | | | | | | | | | | | |
| Тема 10. | Приложения теории условного экстремума к экономической теории | 16 | 2 | | | 2 | | | | | | 14 | К,Кол |
| Консультация на промежуточную аттестацию | | 2 | | | | | | | | | | | |
| Промежуточная аттестация | | 9 | | | | | | | 9 | | | | Экзамен |
| Итого за 2 семестр | | 180 | 16 | | | 20 | | | 9 | | 18 | 115 | |
| Тема 11. | Неопределённый интеграл | 23 | 4 | | | 4 | | | | | | 15 | К,Кол |
| Тема 12. | Определённый интеграл | 23 | 4 | | | 4 | | | | | | 15 | К,Кол |
| Тема 13. | Приложения определённого интеграла | 20 | 2 | | | 3 | | | | | | 15 | К,Кол |
| Тема 14. | Несобственный интеграл | 18 | 1 | | | 2 | | | | | | 15 | К,Кол |
| Тема 15. | Кратные интегралы | 18 | 1 | | | 2 | | | | | | 15 | К,Кол |
| Тема 16. | Числовые ряды | 19 | 2 | | | 2 | | | | | | 15 | К,Кол |
| Тема 17. | Функциональные ряды | 18 | 1 | | | 2 | | | | | | 15 | К,Кол |
| Тема 18. | Эйлеровы интегралы | 12 | 1 | | | 1 | | | | | | 10 | Кол |
| Консультация на промежуточную аттестацию | | 2 | | | | | | | | | | | |
| Промежуточная аттестация | | 9 | | | | | | | 9 | | | | Экзамен |
| Итого за 3 семестр | | 180 | 16 | | | 20 | | | 9 | | 18 | 115 | |
| ВСЕГО | | 360 | 32 | | | 40 | | | 18 | | 36 | 230 | |

* – формы текущего контроля успеваемости: контрольная работа (К), коллоквиум (Кол).

Используемые сокращения:

Л – лекции - занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации обучающимся педагогическими работниками организации и (или) лицами, привлекаемыми организацией к реализации образовательных программ на иных условиях).

ВЛ – видео лекции.

ЛР – лабораторные работы.

ПЗ – практические занятия (за исключением лабораторных работ).

ИК – индивидуальные консультации.

КСР – контроль самостоятельной работы

КЭ – консультации перед экзаменом

Каттэк – контактная работа на аттестацию в период экзаменационных сессий

СРкр – самостоятельная работа на подготовку курсовой работы/ курсового проекта.

СРэк – самостоятельная работа на подготовку к экзамену.

СР – самостоятельная работа в семестре на подготовку к учебным занятиям

Содержание дисциплины

Тема 1. Множества и их отображения. ПКo OC II – 1.2.

Множества и операции над ними. Декартово произведение множеств, бинарные отношения. Отображения и их свойства. Множество действительных чисел.

Тема 2. Предел последовательности, предел и непрерывность функции. ПКo OC II -1.2.

Арифметические свойства предела. Предельный переход в неравенствах. Предел монотонной ограниченной функции. Критерий Коши существования предела последовательности, предела функции. Понятие о сходимости ряда. Непрерывность, точки разрыва. Свойства непрерывных функций. Непрерывность элементарных функций. Свойства функций, непрерывных на отрезке. Равномерная непрерывность. Теорема Кантора. Первый и второй замечательные пределы.

Тема 3. Производная и дифференциал. ПКo OC II – 1.1.

Производная, её естественнонаучный смысл и основные свойства. Предельные величины. Дифференциал. Инвариантность формы первого дифференциала. Производные и дифференциалы высших порядков. Эластичность и её свойства.

Тема 4. Основные теоремы дифференциального исчисления. ПКo OC II – 1.2.

Теоремы Ферма, Ролля. Необходимые условия экстремума. Теоремы Лагранжа и Коши. Критерий постоянства функции. Формула Тейлора с остаточным членом в форме Лагранжа (без доказательства). Формула Тейлора с остаточным членом в форме Пеано (без доказательства). Разложения функций e^x , $\sin x$, $\cos x$, $\ln(1+x)$, $(1+x)^\mu$. Правила Лопиталья.

Тема 5. Исследование свойств функций и построение графиков. ПКo OC II – 1.1., 1.2.

Монотонность функции. Достаточные условия экстремума функции. Выпуклость графика функции. Функции спроса Торнквиста. Функция полезности. Закон убывающей предельной полезности.

Тема 6. Метрические пространства. Функции нескольких переменных. ПКo OC II – 1.1.

Открытые, замкнутые, компактные множества. Функции и отображения, их пределы и непрерывность. Функции Кобба-Дугласа.

Тема 7. Дифференцируемость функции многих переменных. Частные производные. ПКo OC II – 1.1., 1.2.

Достаточные условия дифференцируемости. Дифференциал. Производная сложной функции. Инвариантность формы первого дифференциала. Касательная плоскость. Производная по направлению, Градиент. Матрица Якоби отображения и её свойства. Свойства якобиана. Производные высших порядков. Дифференциалы высших порядков. Гессиан.

Тема 8. Экстремумы функций нескольких переменных. ПКo OC II – 1.1.

Формулы Тейлора для функции нескольких переменных. Необходимые условия экстремума. Достаточные условия существования экстремума.

Тема 9. неявная функция. Условный экстремум. ПКo OC II – 1.2.

Формулировка теоремы о существовании, непрерывности и дифференцируемости функции $y=f(x)$, определяемой уравнением $F(x,y)=0$. Формулировка теоремы о

существовании, непрерывности и дифференцируемости функции $y=f(x_1, \dots, x_n)$ определяемой уравнением $F(x_1, \dots, x_n, y)=0$. Формулировка теоремы о неявных функциях, определяемых системой уравнений. Условный экстремум. Метод множителей Лагранжа. Достаточные условия экстремума. Окаймлённый гессиан.

Тема 10. Приложения теории условного экстремума к экономической теории. ПКo OC II – 1.1.

Задача рационального поведения потребителя на рынке. Задача минимизации расхода потребителя при фиксированном уровне полезности.

Тема 11. Неопределённый интеграл. ПКo OC II – 1.2.

Первообразная функция, структура неопределённого интеграла. Таблица неопределённых интегралов и правила интегрирования. Интегрирование рациональных функций, некоторых иррациональных функций, некоторых тригонометрических функций.

Тема 12. Определённый интеграл. ПКo OC II – 1.2.

Понятие площади плоской фигуры. Задача о вычислении площади криволинейной трапеции. Определение интеграла (по Риману). Необходимое условие интегрируемости функции. Критерий интегрируемости функции. Интегрируемость ограниченной монотонной функции. Интегрируемость непрерывной функции, интегрируемость кусочно-непрерывной функции. Свойства определённого интеграла, теоремы о среднем значении. Интеграл с переменным верхним пределом. Формула Ньютона-Лейбница. Замена переменной и интегрирование по частям в определённом интеграле.

Тема 13. Приложения определённого интеграла. ПКo OC II – 1.1.

Геометрические приложения определённого интеграла: площадь криволинейной трапеции, площадь в полярных координатах, длина дуги, объём пространственного тела (принцип Кавальери), площадь поверхности вращения. Приложения определённого интеграла к задачам экономики: объём выпускаемой продукции, коэффициент Джини, дисконтированный доход.

Тема 14. Несобственный интеграл. ПКo OC II – 1.2.

Несобственный интеграл с бесконечными пределами интегрирования. Несобственный интеграл от неограниченных функций. Критерий Коши сходимости. 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.

Тема 15. Кратные интегралы. ПКo OC II – 1.2.

Двойной интеграл, его свойства. Сведение двойного интеграла к повторному. Замена переменных в двойном интеграле. Тройной интеграл, его свойства.

Тема 16. Числовые ряды. ПКo OC II – 1.1.

Критерий Коши сходимости ряда. Необходимое условие сходимости. Ряды с неотрицательными членами. Признаки сравнения. Признак Даламбера. Признак Коши. Признак Гаусса (без доказательства). Интегральный признак сходимости Маклорена-Коши. Знакопеременные ряды. Признак Лейбница. Признаки Абеля и

Дирихле (без доказательства). Абсолютная сходимость ряда. Условная сходимость ряда. Перестановки членов ряда.

Тема 17. Функциональные ряды. ПКo OC II – 1.1., 1.2.

Степенные ряды. Радиус сходимости, интервал сходимости. Непрерывность суммы степенного ряда. Почленное интегрирование и дифференцирование степенных рядов. Ряды Тейлора элементарных функций. Ряд Фурье. Тригонометрическая система функций. Коэффициенты Фурье.

Тема 18. Эйлеровы интегралы. ПКo OC II – 1.2.

Гамма и бета-функции Эйлера, их свойства (без доказательства). Нормальное распределение. Вычисление его моментов.

4. Типы оценочных материалов, показатели и критерии оценивания

4.1. Оценочные материалы по дисциплине Б1.О.02 «Математический анализ» входят в состав оценочных материалов по образовательной программе. Совокупность оценочных материалов по всем дисциплинам (модулям) образовательной программы составляют фонд оценочных средств (далее – ФОС). ФОС используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся с целью оценивания достижения обучающимися планируемых результатов обучения.

4.2. ФОС разработан как комплекс проверочных заданий различного типа и уровня сложности, включает критерии и шкалы оценивания, а также «ключи» правильных ответов. ФОС формируется как отдельный документ и хранится в электронном виде, доступ к ФОС предоставлен ограниченному кругу лиц.

4.3. Для самостоятельной работы обучающихся при подготовке к текущему контролю успеваемости и промежуточной аттестации в рабочих программах дисциплин размещены типовые проверочные задания закрытого типа.

Задания закрытого типа — это тестовые задания, в которых каждый вопрос сопровождается готовыми вариантами ответов, из которых необходимо выбрать один или несколько правильных.

Задания комбинированного типа – это тестовые задания, в которых каждый вопрос сопровождается готовыми вариантами ответов, из которых необходимо выбрать один или несколько правильных и обосновать свой выбор.

Задания открытого типа — это задания, в которых на каждый вопрос должен быть предложен развернутый обоснованный ответ.

В зависимости от типа задания рекомендована определённая последовательность выполнения и система оценивания выполнения заданий.

4.4. Типы заданий, сценарии выполнения, критерии оценивания

| ТИП ЗАДАНИЯ | ИНСТРУКЦИЯ | СЦЕНАРИИ ВЫПОЛНЕНИЯ | КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ |
|---|--|---|--|
| Задание закрытого типа с выбором одного правильного ответа из нескольких предложенных вариантов | Прочитайте текст, выберите правильный ответ | <ol style="list-style-type: none"> 1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается только один из предложенных вариантов. 2. Внимательно прочитать предложенные варианты ответа. 3. Выбрать один верный ответ. 4. Записать только номер (или букву) выбранного варианта ответа (например, 3 или В). | Ответ считается верным, если правильно указана цифра или буква |
| Задание закрытого типа на установление соответствия | Прочитайте текст и установите соответствие | <ol style="list-style-type: none"> 1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидаются пары элементов. 2. Внимательно прочитать оба списка: список 1 – вопросы, утверждения, факты, понятия и т.д.; список 2 – утверждения, свойства объектов и т.д. 3. Сопоставить элементы списка 1 с элементами списка 2, сформировать пары элементов. 4. Записать попарно буквы и цифры (в зависимости от задания) вариантов ответа (например, А1 или Б4). | Ответ считается верным, если правильно указаны цифры или буквы |
| Задание закрытого типа с выбором нескольких правильных ответов из нескольких предложенных вариантов | Прочитайте текст, выберите правильные ответы | <ol style="list-style-type: none"> 1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается несколько правильных ответов из предложенных вариантов. 2. Внимательно прочитать предложенные варианты ответа. 3. Выбрать несколько правильных ответов. 4. Записать только номера (или буквы) выбранного варианта ответа (например, 1 4 или А Г). | Ответ считается верным, если правильно установлены все соответствия (позиции из одного столбца верно сопоставлены с позициями другого) |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Задание закрытого типа на установление последовательности | Прочитайте текст и установите последовательность | <ol style="list-style-type: none"> 1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается последовательность элементов. 2. Внимательно прочитать предложенные варианты ответа. 3. Построить верную последовательность из предложенных элементов. 4. Записать буквы/цифры (в зависимости от задания) вариантов ответа в нужной последовательности (например, БВА или 135). | Ответ считается верным, если правильно указана вся последовательность цифр |
| Задание комбинированного типа с выбором одного правильного ответа из предложенных и обоснованием выбора | Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа | <ol style="list-style-type: none"> 1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается только один из предложенных вариантов. 2. Внимательно прочитать предложенные варианты ответа. 3. Выбрать один верный ответ. 4. Записать только номер (или букву) выбранного варианта ответа. 5. Записать аргументы, обосновывающие выбор ответа (например, 4 текст обоснования). | Ответ считается верным, если правильно указана цифра или буква и приведены корректные аргументы, используемые при выборе ответа |
| Задание открытого типа с развернутым ответом | Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ | <ol style="list-style-type: none"> 1. Внимательно прочитать текст задания и понять суть вопроса. 2. Продумать логику и полноту ответа. 3. Записать ответ, используя четкие компактные формулировки. 4. В случае расчетной задачи, записать решение и ответ | <p>Ответ считается верным:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Отсутствие фактических ошибок. 2. Раскрытие объема используемых понятий (полнота ответа). 3. Обоснованность ответа (наличие аргументов). 4. Логическая последовательность излагаемого материала. |

4.5. Общая шкала оценивания результатов текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся с применением БРС

| Итоговая балльная оценка | Традиционная система | Бинарная система | ECTS | |
|--------------------------|----------------------|------------------|--------------------------|----------------------|
| | | | Для традиционной системы | Для бинарной системы |
| 95-100 | Отлично | Зачтено | A | P/ Passed |
| 85-94 | | | B | P/ Passed |
| 75-84 | Хорошо | | C | P/ Passed |
| 65-74 | | | D | P/ Passed |
| 55-64 | Удовлетворительно | | E | P/ Passed |
| 0-54 | Неудовлетворительно | Не зачтено | F | F/Failed |

Соотношение баллов за текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию, а также повторную промежуточную аттестацию:

| Максимальная сумма баллов за текущий контроль успеваемости | Максимальная сумма баллов за промежуточную аттестацию | Максимальная итоговая балльная оценка | Максимальная сумма баллов за повторную промежуточную аттестацию |
|--|---|---------------------------------------|---|
| 60 баллов | 40 баллов | 100 баллов | 100 баллов |

5. Формы аттестации, типовые оценочные материалы для текущего контроля успеваемости обучающихся, критерии и шкалы оценивания по контрольным точкам

5.1. В ходе реализации дисциплины Б1.О.02 «Математический анализ» используются следующие формы текущего контроля успеваемости обучающихся (в том числе, задания к контрольным точкам):

Коллоквиум, контрольная работа.

Типовые оценочные материалы по теме 1 «Множества и их отображения»

Вопросы к коллоквиуму №1

1. Множества и операции над ними.
2. Декартово произведение множеств, бинарные отношения.
3. Отображения и их свойства.

Типовые оценочные материалы по теме 2 «Предел последовательности, предел и непрерывность функции»

Варианты заданий контрольной работы №1

1. Вычислить предел функции: $\lim_{x \rightarrow 11} \frac{\sqrt{x-2} - 3}{x-11}$

2. Найти область определения функции: $y = \frac{1}{\ln \sin x}$

3. Исследовать функцию на непрерывность: $y = 3^{\frac{-1}{(x-1)^2}}$

Вопросы к коллоквиуму №1

1. Арифметические свойства предела. Предельный переход в неравенствах. Вычисление $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin x}{x}$.
2. Предел монотонной ограниченной функции. Число e .
3. Критерий Коши существования предела последовательности, предела функции.
4. Непрерывность, точки разрыва. Свойства непрерывных функций. Непрерывность элементарных функций.
5. Свойства функций, непрерывных на отрезке. Кусочно-непрерывные функции, классификация точек разрыва.

Типовые оценочные материалы по теме 3 «Производная и дифференциал»

Варианты заданий контрольной работы №1

1. Вычислить значение производной в заданной точке: $y = (3 - 4x) \cdot (2 + 3x)^3$ для $x = 1$

2. С помощью дифференциала вычислить приближенное значение: $\sin^2 \frac{5\pi}{36}$

3. Найти производную третьего порядка: $y = x \cdot e^{-x}$.

Вопросы к коллоквиуму №1

1. Определение производной функции в точке, ее основные свойства.
2. Правила дифференцирования. Производная сложной функции. Производная и обратной функции.
3. Дифференциал. Инвариантность формы первого дифференциала. Применение дифференциала для приближенных вычислений

4. Производные и дифференциалы высших порядков.

5. Эластичность и её свойства.

Типовые оценочные материалы по теме 4 «Основные теоремы дифференциального исчисления»

Варианты заданий контрольной работы №1

1. Вычислить предел функции, используя эквивалентность бесконечно малых: $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\ln \cos x}{3^{x^2} - 1}$

2. Найти предел с помощью правила Лопиталя: $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{2^x - 1}{\operatorname{tg} x}$

3. Найти предел с помощью правила Лопиталя: $\lim_{x \rightarrow 1} (x-1) \ln (x-1)$

Вопросы к коллоквиуму №1

1. Теоремы Ферма, Ролля. Теоремы Лагранжа и Коши. Критерий постоянства функции.

2. Формула Тейлора с остаточным членом в форме Лагранжа (без доказательства).

Формула Тейлора с остаточным членом в форме Пеано (без доказательства).

3. Разложения функций e^x , $\sin x$, $\cos x$, $\ln(1+x)$, $(1+x)^\mu$

4. Правила Лопиталя.

Типовые оценочные материалы по теме 5 «Исследование свойств функций и построение графиков»

Варианты заданий контрольной работы №1

1. Найти интервалы монотонности функции: $y = x + \frac{1}{x-1} + 2$

2. Найти экстремумы функции: $y = \left(\frac{3}{10}x^3 + \frac{6}{7}x^2 + \frac{9}{4}x \right) \sqrt[3]{x}$

3. Найти асимптоты функции: $y = \ln x - 2x$

Вопросы к коллоквиуму №1

1. Монотонность функции. Асимптоты графика функции.

2. Необходимые условия экстремума. Достаточные условия экстремума.

3. Выпуклые и вогнутые функции. Интервалы выпуклости и точки перегиба.

4. Общая схема исследования функции.

Типовые оценочные материалы по теме 6 «Метрические пространства. Функции нескольких переменных»

Варианты заданий контрольной работы №2

1. Найти область определения функции и изобразить ее на графике $z = \ln(y^2 - 4x + 8)$

2. Построить линии уровня функции: $z = x^2 + y^2 - 2x + 4y$

Вопросы к коллоквиуму №2

1. Открытые, замкнутые, компактные множества. Понятие функции нескольких переменных, область определения, множество значений.
2. Линии уровня функции двух переменных. Поверхность уровня.
3. Предел функции двух переменных, свойства пределов. Непрерывность функции двух переменных.

Типовые оценочные материалы по теме 7 «Дифференцируемость функции многих переменных. Частные производные»

Варианты заданий контрольной работы №2

1. Найти градиент и его величину в точке $M(3;4)$ для функции $z = \sqrt{x^2 + y^2}$

Вопросы к коллоквиуму №2

1. Достаточные условия дифференцируемости. Дифференциал. Производная сложной функции. Инвариантность формы первого дифференциала. Касательная плоскость.
2. Производная по направлению, Градиент.
3. Матрица Якоби отображения и её свойства. Свойства якобиана.
4. Производные высших порядков. Дифференциалы высших порядков. Гессиан.

Типовые оценочные материалы по теме 8 «Экстремумы функций нескольких переменных»

Варианты заданий контрольной работы №2

1. Найти локальный экстремум функции $z = 3x^2y^2 - y^3 - x^2$

Вопросы к коллоквиуму №2

1. Необходимые условия экстремума. Достаточные условия существования экстремума.
3. Схема исследования на экстремум.

Типовые оценочные материалы по теме 9 «Неявная функция. Условный экстремум»

Варианты заданий контрольной работы №2

1. Найти наибольшее и наименьшее значения функции $z = xy + x + y$ в области $D : 1 \leq x \leq 2, 2 \leq y \leq 3$
2. Найти условный экстремум функции: $z = x^2 + y^2 - xy + x + y - 4$ при $2x + y + 3 = 0$

Вопросы к коллоквиуму №2

1. Формулировка теоремы о неявных функциях, определяемых системой уравнений.
2. Условный экстремум. Достаточные условия экстремума. Окаймлённый гессиан.

Типовые оценочные материалы по теме 10 «Приложения теории условного экстремума к экономической теории»

Вопросы к коллоквиуму №2

1. Задача рационального поведения потребителя на рынке.
2. Задача минимизации расхода потребителя при фиксированном уровне полезности.

Типовые оценочные материалы по теме 11 «Неопределённый интеграл»

Варианты заданий контрольной работы №3

1. Вычислить интеграл $\int \frac{\cos x}{\sqrt{1 - \sin^2 x}} dx$

2. Вычислить интеграл $\int \frac{x dx}{\sqrt{x^2 + 2x + 5}}$

3. Вычислить интеграл $\int x^2 \sin 2x dx$

Вопросы к коллоквиуму №3

1. Первообразная функция, структура неопределённого интеграла. геометрический смысл.
2. Свойства неопределённого интеграла. Таблица неопределённых интегралов и правила интегрирования.
2. Интегрирование по частям (вывод формулы, приемы для разных подынтегральных функций).
3. Интегрирование рациональных дробей.
4. Универсальная тригонометрическая подстановка. Частные случаи
5. Интегралы типа $\int \sin^n x \cos^m x dx$, $\int \sin ax \cdot \cos bx dx$, $\int \sin ax \cdot \sin bx dx$, $\int \cos ax \cdot \cos bx dx$
6. Интегрирование иррациональных функций.

Типовые оценочные материалы по теме 12 «Определённый интеграл»

Варианты заданий контрольной работы №3

1. Вычислить интеграл $\int_1^4 \frac{dx}{\sqrt{x}(1+\sqrt{x})}$

2. Вычислить интеграл $\int_0^{\ln 2} x e^{-2x} dx$

Вопросы к коллоквиуму №3

1. Понятие площади плоской фигуры. Задача о вычислении площади криволинейной трапеции. Определение интеграла (по Риману).
2. Необходимое условие интегрируемости функции. Критерии интегрируемости функции.
3. Свойства определённого интеграла, теоремы о среднем значении.
4. Интеграл с переменным верхним пределом. Формула Ньютона-Лейбница.
5. Замена переменной и интегрирование по частям в определённом интеграле

Типовые оценочные материалы по теме 13 «Приложения определённого интеграла»

Варианты заданий контрольной работы №3

1. Найти площадь фигуры, ограниченной линиями: $y = -2 + 3x - x^2$, $y = 0$
2. Найти площадь фигуры, ограниченной линиями: $y = \sqrt{3x}$, $y = x$

3. Вычислить объем тела вращения вокруг оси OX: $y = x^2, y^2 = x$

Вопросы к коллоквиуму №3

1. Геометрические приложения определённого интеграла: площадь криволинейной трапеции, площадь в полярных координатах, длина дуги, объём пространственного тела (принцип Кавальери), площадь поверхности вращения.

2. Приложения определённого интеграла к задачам экономики: объём выпускаемой продукции, коэффициент Джини, дисконтированный доход.

Типовые оценочные материалы по теме 14 «Несобственный интеграл»

Варианты заданий контрольной работы №3

1. Вычислить интеграл $\int_1^{+\infty} x e^{-x} dx$

2. Вычислить интеграл $\int_{-\infty}^{+\infty} \frac{dx}{x^2 + 2x + 2}$

3. Вычислить интеграл $\int_{-\infty}^1 \frac{x dx}{(1+x^2)}$

Вопросы к коллоквиуму №3

1. Несобственный интеграл с бесконечными пределами интегрирования. Несобственный интеграл от неограниченных функций. Критерий Коши сходимости. Обобщение понятия площади.

2. Признаки сравнения для несобственных интегралов от неотрицательных функций. Абсолютно сходящиеся и условно сходящиеся интегралы.

Типовые оценочные материалы по теме 15 «Кратные интегралы»

Варианты заданий контрольной работы №3

1. Вычислить двойной интеграл $\iint_D \frac{x^2}{y^2} dx dy$ по области $D: \{y = x, xy = 1, x = 2\}$

2. Записать тройной интеграл $\iiint_{\Omega} f(x, y, z) dV$ в виде повторного и расставить пределы интегрирования для области $\Omega: \{x^2 + y^2 + z^2 = 3a^2, x^2 + y^2 = 2az\}$

3. Переходя к полярным координатам, вычислить $\int_0^2 dx \int_0^{\sqrt{4-x^2}} \sqrt{x^2 + y^2} dy$

Вопросы к коллоквиуму №3

1. Двойной интеграл, его свойства.

2. Сведение двойного интеграла к повторному. Замена переменных в двойном интеграле.

3. Тройной интеграл, его свойства.

Типовые оценочные материалы по теме 16 «Числовые ряды»

Варианты заданий контрольной работы №4

1. Исследовать на сходимость: $1 + \frac{1}{3 \cdot 5} + \frac{1}{5 \cdot 5^2} + \dots + \frac{1}{(2n+1) \cdot 5^{n-1}} + \dots$;

2. Исследовать на сходимость: $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{3^n} \left(\frac{n}{n+1} \right)^{n^2+2n}$;

3. Исследовать на сходимость ряд. Для сходящегося ряда установить, сходится он

абсолютно или условно: $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n}{10 \ln n}$

Вопросы к коллоквиуму №4

1. Критерий Коши сходимости ряда. Необходимое условие сходимости.
2. Ряды с неотрицательными членами. Признаки сравнения. Признак Даламбера. Признак Коши. Интегральный признак сходимости.
3. Знакопеременные ряды. Признак Лейбница. Признаки Абеля и Дирихле. Абсолютная сходимость ряда. Условная сходимость ряда. Перестановки членов ряда.

Типовые оценочные материалы по теме 17 «Функциональные ряды»

Варианты заданий контрольной работы №4

1. Найти область сходимости ряда: $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n (x-2)^n}{n^{n-1}}$

2. Найти область сходимости ряда: $1 + \frac{2x}{3^2 \sqrt{5}} + \frac{4x^2}{5^2 \sqrt{5^2}} + \frac{8x^3}{7^2 \sqrt{5^3}} + \dots + \frac{2^{n-1} x^{n-1}}{(2n-1)^2 \sqrt{5^{n-1}}} + \dots$

Вопросы к коллоквиуму №4

1. Функциональные ряды. Область сходимости ряда. Равномерно сходящийся функциональный ряд. Признак Вейерштрасса.
2. Степенные ряды. Радиус сходимости, интервал сходимости. Непрерывность суммы степенного ряда. Почленное интегрирование и дифференцирование степенных рядов.
3. Ряды Тейлора элементарных функций.
4. Ряд Фурье. Тригонометрическая система функций. Коэффициенты Фурье.

Типовые оценочные материалы по теме 18 «Эйлеровы интегралы»

Вопросы к коллоквиуму №4

1. Гамма и бета-функции Эйлера, их свойства (без доказательства).
2. Нормальное распределение. Вычисление его моментов.

5.2. Типовые оценочные материалы для текущего контроля успеваемости обучающихся (вне контрольных точек):

приведены в п.6.2.

5.3. Один или несколько тематических блоков дисциплины завершаются контрольной точкой (далее – КТ). Текущий контроль успеваемости по дисциплине предусматривает не менее 2 (двух) и не более 10 (десяти) КТ в течение периода освоения дисциплины.

Максимальное количество баллов за любой тип работ в рамках КТ составляет 100 (сто) баллов.

Распределение весовых коэффициентов по КТ в рамках текущего контроля успеваемости по дисциплине и формулы расчёта:

| Наименование контрольной точки | Максимальное количество баллов за работу в рамках КТ, которое может набрать обучающийся | Коэффициент веса контрольной точки | Результат контрольной точки, участвующий в формировании итоговой балльной оценки по дисциплине (отражается в журнале БРС в СДО) |
|--|---|------------------------------------|---|
| Семестр 1 (Семестр 2 для ОЗО формы обучения) | | | |
| КТ 1 | 100 | 0,3 | 30 |
| КТ 2 | 100 | 0,3 | 30 |
| Итого: | х | 0,6 | 60 |
| Семестр 2 (Семестр 3 для ОЗО формы обучения) | | | |
| КТ 3 | 100 | 0,3 | 30 |
| КТ 4 | 100 | 0,3 | 30 |
| Итого: | х | 0,6 | 60 |

Формула расчёта результата контрольной точки:

Результат контрольной точки = Количество баллов за работу в рамках КТ X Коэффициент веса контрольной точки.

5.4. Формы текущего контроля успеваемости обучающихся в рамках КТ и типовые оценочные материалы:

КТ-1

Тема 1-5

Контрольная работа №1,
Коллоквиум №1,

КТ-2

Тема 6-10

Контрольная работа №2,
Коллоквиум №2,

КТ-3

Тема 11-14

Контрольная работа №3,
Коллоквиум №3,

КТ-4

Тема 15-18

Контрольная работа №4,
Коллоквиум №4,

Для каждой формы текущего контроля успеваемости обучающихся в рамках КТ определены критерии оценивания результатов выполнения задания.

1. Критерии оценивания контрольной работы:

| Критерии оценки | Диапазон баллов | Описание критерия |
|---|-----------------|--|
| <i>Содержание и раскрытие выбранных понятий</i> | <i>41-70</i> | <i>Детальное, последовательное описание хода решений примера</i> |
| | <i>21-40</i> | <i>Поверхностное описание хода решений примера</i> |
| | <i>0-20</i> | <i>Понятия раскрыты минимально или не раскрыты вовсе Не представлен/ представлен минимальный ход решения примера</i> |
| <i>Количество выполненных заданий</i> | <i>30</i> | <i>Количество выполненных заданий от 85% до 100%</i> |
| | <i>15</i> | <i>Количество выполненных заданий от 55% до 84%</i> |
| | <i>0</i> | <i>Количество выполненных заданий менее 55%</i> |
| Итого максимально: | 100 | |

2. Критерии оценивания коллоквиума:

| Диапазон баллов | Описание критерия |
|-----------------|--|
| 85-100 | Обучающийся полно излагает материал (отвечает на вопрос), дает правильное определение основных понятий; обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только из учебника, но и самостоятельно составленные; излагает материал последовательно и правильно с точки зрения норм литературного языка. |
| 65-84 | Обучающийся дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает 1–2 ошибки, которые сам же исправляет, и 1–2 недочета в |

| | |
|-------|---|
| | последовательности и языковом оформлении излагаемого. |
| 55-64 | Обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данной темы, но излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил; не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры; излагает материал непоследовательно и допускает ошибки в языковом оформлении излагаемого. |
| 0-54 | Обучающийся обнаруживает незнание вопроса, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. |

5.5. Описание дополнительных материалов и оборудования, необходимых для выполнения проверочных заданий (*при необходимости*).

Для решения заданий контрольной работы студенту разрешается использование только портативного калькулятора.

6. Формы промежуточной аттестации, критерии и шкала оценивания, типовые оценочные материалы по дисциплине

6.1. Промежуточная аттестация проводится в форме: **экзамен**.

Экзамен проводится в письменной форме. Обучающийся получает экзаменационный билет с двумя теоретическими и одним практическим вопросами. На выполнение заданий даётся 45 минут. По завершении подготовки необходимо представить ответы в письменном виде, подробно изложив ход выполнения задания, сделать выводы (*при необходимости*).

При реализации промежуточной аттестации в ЭО/ДОТ могут быть использованы следующие формы: устно в ДОТ - в форме обоснованных ответов на задания различного типа; письменно в СДО - в форме письменного решения заданий различного типа.

6.2. Типовые оценочные материалы промежуточной аттестации.

Перечень вопросов для подготовки к экзамену (1 семестр)

1. Множества и операции над ними.
2. Декартово произведение множеств, бинарные отношения.
3. Отображения и их свойства.
4. Множество действительных чисел.
5. Арифметические свойства предела.
6. Предельный переход в неравенствах.
7. Вычисление $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin x}{x}$.
8. Предел монотонной ограниченной функции.
9. Число e .
10. Критерий Коши существования предела последовательности, предела функции.
11. Понятие о сходимости ряда.
12. Непрерывность, точки разрыва.
13. Свойства непрерывных функций.
14. Непрерывность элементарных функций.
15. Свойства функций, непрерывных на отрезке.
16. Равномерная непрерывность.
17. Теорема Кантора.
18. Производная, её естественнонаучный смысл и основные свойства.
19. Предельные величины.
20. Дифференциал.
21. Инвариантность формы первого дифференциала.
22. Производные и дифференциалы высших порядков.
23. Эластичность и её свойства.
24. Теоремы Ферма, Ролля.
25. Необходимые условия экстремума.
26. Теоремы Лагранжа и Коши.
27. Критерий постоянства функции.
28. Формула Тейлора с остаточным членом в форме Лагранжа (без доказательства).
29. Формула Тейлора с остаточным членом в форме Пеано (без доказательства).
30. Разложения функций e^x , $\sin x$, $\cos x$, $\ln(1+x)$, $(1+x)^\mu$.
31. Правила Лопиталья.
32. Монотонность функции.
33. Достаточные условия экстремума функции.
34. Выпуклость графика функции.

35. Функции спроса Торнквиста.
36. Функция полезности.
37. Закон убывающей предельной полезности.
38. Открытые, замкнутые, компактные множества.
39. Функции и отображения, их пределы и непрерывность.
40. Функции Кобба-Дугласа.
41. Достаточные условия дифференцируемости.
42. Дифференциал.
43. Производная сложной функции.
44. Инвариантность формы первого дифференциала.
45. Касательная плоскость.
46. Производная по направлению.
47. Градиент.
48. Матрица Якоби отображения и её свойства.
49. Свойства якобиана.
50. Производные высших порядков.
51. Дифференциалы высших порядков.
52. Гессиан.
53. Формулы Тейлора для функции нескольких переменных.
54. Необходимые условия экстремума.
55. Достаточные условия существования экстремума.
56. Формулировка теоремы о существовании, непрерывности и дифференцируемости функции $y=f(x)$, определяемой уравнением $F(x, y)=0$.
57. Формулировка теоремы о существовании, непрерывности и дифференцируемости функции $y=f(x_1, \dots, x_n)$ определяемой уравнением $F(x_1, \dots, x_n, y)=0$.
58. Формулировка теоремы о неявных функциях, определяемых системой уравнений.
59. Условный экстремум.
60. Метод множителей Лагранжа.
61. Достаточные условия экстремума.
62. Окаймлённый гессиан.
63. Задача рационального поведения потребителя на рынке.
64. Задача минимизации расхода потребителя при фиксированном уровне полезности.

Перечень вопросов для подготовки к экзамену (2 семестр)

1. Первообразная функция, структура неопределённого интеграла.

2. Таблица неопределённых интегралов и правила интегрирования.
3. Интегрирование рациональных функций, некоторых иррациональных функций, некоторых тригонометрических функций.
4. Понятие площади плоской фигуры.
5. Задача о вычислении площади криволинейной трапеции.
6. Определение интеграла (по Риману).
7. Необходимое условие интегрируемости функции.
8. Критерий интегрируемости функции.
9. Интегрируемость ограниченной монотонной функции.
10. Интегрируемость непрерывной функции, интегрируемость кусочно-непрерывной функции.
11. Свойства определённого интеграла, теоремы о среднем значении.
12. Интеграл с переменным верхним пределом.
13. Формула Ньютона-Лейбница.
14. Замена переменной и интегрирование по частям в определённом интеграле.
15. Площадь криволинейной трапеции.
16. Площадь в полярных координатах.
17. Длина дуги.
18. Объём пространственного тела (принцип Кавальери).
19. Площадь поверхности вращения.
20. Объём выпускаемой продукции.
21. Коэффициент Джини.
22. Дисконтированный доход.
23. Несобственный интеграл с бесконечными пределами интегрирования.
24. Несобственный интеграл от неограниченных функций.
25. Критерий Коши сходимости.
26. Обобщение понятия площади.
27. Сходимость и расходимость интегралов $\int_a^{+\infty} \frac{dx}{x^p}, a > 0, \int_0^1 \frac{dx}{x^p}$.
28. Замена переменной, интегрирование по частям, несобственный интеграл с переменным верхним пределом.
29. Признаки сравнения для несобственных интегралов от неотрицательных функций.
30. Абсолютно сходящиеся и условно сходящиеся интегралы.
31. Двойной интеграл, его свойства.
32. Сведение двойного интеграла к повторному.

33. Замена переменных в двойном интеграле.
34. Тройной интеграл, его свойства.
35. Критерий Коши сходимости ряда.
36. Необходимое условие сходимости.
37. Ряды с неотрицательными членами.
38. Признаки сравнения.
39. Признак Даламбера.
40. Признак Коши.
41. Признак Гаусса (без доказательства).
42. Интегральный признак сходимости Маклорена-Коши.
43. Знакопеременные ряды.
44. Признак Лейбница.
45. Признаки Абеля и Дирихле (без доказательства).
46. Абсолютная сходимость ряда.
47. Условная сходимость ряда.
48. Перестановки членов ряда.
49. Степенные ряды.
50. Радиус сходимости, интервал сходимости.
51. Непрерывность суммы степенного ряда.
52. Почленное интегрирование и дифференцирование степенных рядов.
53. Ряды Тейлора элементарных функций.
54. Ряд Фурье.
55. Тригонометрическая система функций.
56. Коэффициенты Фурье.
57. Гамма и бета-функции Эйлера, их свойства (без доказательства).
58. Нормальное распределение. Вычисление его моментов.

Примерные варианты экзаменационных билетов

Экзаменационный билет №1 по дисциплине «Математический анализ»

1. Предел монотонной ограниченной функции.
2. Формулировка теоремы о существовании, непрерывности и дифференцируемости функции $y = f(x)$, определяемой уравнением $F(x, y) = 0$.
3. Исследовать функцию на непрерывность: $y = 3^{\frac{-1}{(x-1)^2}}$
4. Найти градиент функции и его модуль в точке М: $z = xye^{1+x+y}$, $M(0; -1)$

Экзаменационный билет №2
по дисциплине «Математический анализ»

1. Задача о вычислении площади криволинейной трапеции.
2. Признаки сравнения для несобственных интегралов от неотрицательных функций.

Вычислить интеграл $\int \frac{xdx}{\sqrt{x^2 + 2x + 5}}$

3.

4. Найти область сходимости ряда: $1 + \frac{2x}{3^2\sqrt{5}} + \frac{4x^2}{5^2\sqrt{5^2}} + \frac{8x^3}{7^2\sqrt{5^3}} + \dots + \frac{2^{n-1}x^{n-1}}{(2n-1)^2\sqrt{5^{n-1}}} + \dots$

Типовые проверочные задания для самоподготовки обучающегося к промежуточной аттестации:

Семестр 1 для очной формы обучения (семестр 2 для очно-заочной формы обучения)

| ТИП ЗАДАНИЯ | СЦЕНАРИИ ВЫПОЛНЕНИЯ | ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ |
|---|--|--|
| Задание закрытого типа с выбором одного правильного ответа из нескольких вариантов предложенных | 1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается только один из предложенных вариантов. 2. Внимательно прочитать предложенные варианты ответа. 3. Выбрать один верный ответ. 4. Записать только номер (или букву) выбранного варианта ответа (например, 3 или В). | Указать область определения функции $y = \sqrt{\ln x}$: 1) $[\epsilon; \infty)$ 2) $[0; \infty)$ 3) $[1; \infty)$ |
| | | Выбрать утверждение в предельной форме $\forall \epsilon > 0 \exists \delta = \delta(\epsilon) > 0: \forall x \in U(x_0) = (x_0 - \delta, x_0) \cup (x_0, x_0 + \delta) \Rightarrow f(x) - 1 < \epsilon$ 1) $\lim_{x \rightarrow x_0} f(x) = a$; 2) $\lim_{x \rightarrow \infty} f(x) = a$; 3) $\lim_{x \rightarrow x_0} f(x) = \infty$; |
| Задание закрытого типа на установление последовательности: | 1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается последовательность элементов. 2. Внимательно прочитать предложенные варианты ответа. 3. Построить верную последовательность из предложенных элементов. 4. Записать буквы/цифры (в зависимости от задания) вариантов ответа в нужной последовательности (например, БВА или 135) | Упорядочите значения пределов по возрастанию их значений: 1) $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{x^2 + 1}{x^3 + 1}$ 2) $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{x^2 + 1}{-x^2 + 1}$ 3) $\lim_{x \rightarrow 1} \frac{x^2 - 1}{x^3 - 1}$ 4) $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin 2x}{x}$ |
| | | Упорядочите значения пределов по убыванию их значений: 1) $\lim_{x \rightarrow +\infty} 2^{-x}$ 2) $\lim_{x \rightarrow -\infty} \left(\frac{1}{-x^2 + 1} + 1 \right)$ |

| | | |
|---|--|---|
| | | $3) \lim_{x \rightarrow 1-0} \frac{1}{x^3 - 1}$ $4) \lim_{x \rightarrow +0} (x - 1)$ |
| Задание закрытого типа с выбором нескольких правильных ответов из нескольких вариантов предложенных | <p>1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается несколько правильных ответов из предложенных вариантов.</p> <p>2. Внимательно прочитать предложенные варианты ответа.</p> <p>3. Выбрать несколько правильных ответов.</p> <p>4. Записать только номера (или буквы) выбранного варианта ответа (например, 1 4 или А Г).</p> | <p><i>Выберите верные утверждения</i></p> <p>1) Линии уровня функции $z = x + y$ - прямые на плоскости;</p> <p>2) Линии уровня функции $z = x^2 + y^2$ - параболы на плоскости;</p> <p>3) Линии уровня функции $z = (x - 1)^2 + y^2$ - окружности на плоскости, мнимые окружности или точка;</p> <p>4) Линии уровня функции $z = (x - 1)^2 - y^2$ - эллипсы на плоскости.</p> <p>Какие из перечисленных частных производных функции $z(x, y)$ являются производными смешанного типа?</p> <p>1) $\frac{\partial z}{\partial x}$;</p> <p>2) $\frac{\partial^2 z}{\partial x^2}$;</p> <p>3) $\frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{\partial^2 z}{\partial x^2} \right)$;</p> <p>4) $\frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\partial^2 z}{\partial y^2} \right)$;</p> |
| Задание закрытого типа на установление последовательности | <p>1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается последовательность элементов.</p> <p>2. Внимательно прочитать предложенные варианты ответа.</p> <p>3. Построить верную последовательность из предложенных элементов.</p> <p>4. Записать буквы/цифры (в зависимости от задания) вариантов ответа в нужной последовательности (например, БВА или 135).</p> | <p>1. Укажите последовательность действий при исследовании функции:</p> <p>а) Определить ООФ;</p> <p>б) Исследовать на выпуклость-вогнутость и точки перегиба;</p> <p>в) Исследовать на монотонность и экстремум;</p> <p>г) Найти асимптоты.</p> <p>2. Укажите последовательность действий для исследования функции $z = z(x, y)$:</p> <p>а) определить область определения;</p> <p>б) найти частные производные первого порядка;</p> <p>в) найти стационарные точки;</p> <p>г) найти частные производные второго порядка;</p> <p>д) выяснить знак гессениана в стационарной точке и его северо-западный угол в этой точке.</p> |
| Задание комбинированного типа с выбором одного | <p>1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается только один из</p> | <p>1. Определить точку, в которой предел функции, изображенной на рисунке, равен 2,5. Обоснуйте свой выбор.</p> |

| | | |
|---|--|---|
| <p>правильного ответа из предложенных и обоснованием выбора</p> | <p>предложенных вариантов. 2. Внимательно прочитайте предложенные варианты ответа. 3. Выберите один верный ответ. 4. Записать только номер (или букву) выбранного варианта ответа. 5. Записать аргументы, обосновывающие выбор ответа (например, 4 текст обоснования).</p> | |
| <p>Задание открытого типа с развернутым ответом</p> | <p>1. Внимательно прочитайте текст задания и понять суть вопроса. 2. Продумать логику и полноту ответа. 3. Записать ответ, используя четкие компактные формулировки. 4. В случае расчетной задачи, записать решение и ответ</p> | <p>2. Указать точку, в которой функция, изображённая на рисунке, имеет разрыв второго рода. Обоснуйте свой ответ.</p> <p>Как найти стационарную точку функции одной переменной?</p> |

Семестр 2 для очной формы обучения (семестр 3 для очно-заочной формы обучения)

| ТИП ЗАДАНИЯ | СЦЕНАРИИ ВЫПОЛНЕНИЯ | ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ | | | | |
|--|---|--|---------|---------------|-------------------|---------|
| <p>Задание закрытого типа с выбором одного правильного ответа из нескольких вариантов предложенных</p> | <p>1. Внимательно прочитайте текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается только один из предложенных вариантов. 2. Внимательно прочитайте предложенные варианты ответа. 3. Выберите один верный ответ. 4. Записать только номер (или букву) выбранного варианта ответа (например, 3 или B).</p> | <p>1 Неопределённый интеграл синуса переменной x равен...</p> <p>1) $-\cos(x)$ 2) $\sin(x)$ 3) $\operatorname{tg}(x)$ 4) 0</p> <p>2 Найдите неопределённый интеграл $\int x e^{-x} dx$ и выберите правильный ответ:</p> <p>1) $(x^2 - 2)\sin x + 2x \cos x + C$; 2) $-(x + 1)e^{-x} + C$; 3) $(x^2 + 1)e^{-x} + C$; 4) $(x^2 - 2)\cos x + 2x \sin x + C$;</p> | | | | |
| <p>Задание закрытого типа на установление соответствия</p> | <p>1. Внимательно прочитайте текст задания и понять, что в качестве ответа ожидаются пары элементов. 2. Внимательно прочитайте оба списка: список 1 –</p> | <p>1. Установить взаимно однозначное соответствие между понятием и формулой</p> <table border="1" data-bbox="890 1937 1460 2027"> <tr> <td>Формула</td> <td>Тип интеграла</td> </tr> <tr> <td>A) $\int f(x) dx$</td> <td>1) Нуль</td> </tr> </table> | Формула | Тип интеграла | A) $\int f(x) dx$ | 1) Нуль |
| Формула | Тип интеграла | | | | | |
| A) $\int f(x) dx$ | 1) Нуль | | | | | |

| | | | |
|--|--|--|----------------------------|
| | <p>вопросы, утверждения, факты, понятия и т.д.; список 2 – утверждения, свойства объектов и т.д.</p> <p>3. Сопоставить элементы списка 1 с элементами списка 2, сформировать пары элементов.</p> <p>4. Записать попарно буквы и цифры (в зависимости от задания) вариантов ответа (например, А1 или Б4).</p> | $B) \int_a^b f(x) dx$ | 2) Неопределённый интеграл |
| | | $C) \int_b^a f(x) dx$ | 3) Определённый интеграл |
| | | 2. Установите соответствие между формулой и результатом | |
| | | Формула | Результат |
| | | $A) \int_1^4 dx$ | 18 |
| | | $B) \int_0^9 \sqrt{x} dx$ | 0 |
| | | $C) \int_0^0 e^x dx$ | 3 |
| <p>Задание закрытого типа с выбором нескольких правильных ответов из нескольких вариантов предложенных</p> | <p>1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается несколько правильных ответов из предложенных вариантов.</p> <p>2. Внимательно прочитать предложенные варианты ответа.</p> <p>3. Выбрать несколько правильных ответов.</p> <p>4. Записать только номера (или буквы) выбранного варианта ответа (например, 1 4 или А Г).</p> | <p>1 Указать, какие из перечисленных функций являются первообразными для функции $f(x) = 2x$</p> <p>1) $x^2 + 1$ 2) $2x^2 - 1$ 3) 2 4) x</p> | |
| | | <p>2 Укажите, какие элементарные дроби будут входить в разложение рациональной функции $\frac{2x^2 + 1}{x(x-1)(x^2 + 3)}$</p> <p>1) $\frac{1}{x}$ 2) $\frac{1}{x+1}$ 3) $\frac{1}{x^2 + 3}$ 4) $\frac{1}{x^2}$</p> | |
| <p>Задание закрытого типа на установление последовательности</p> | <p>1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается последовательность элементов.</p> <p>2. Внимательно прочитать предложенные варианты ответа.</p> <p>3. Построить верную последовательность из предложенных элементов.</p> | <p>1 Установите соответствие между повторным интегралом и его значением</p> <p>А $\int_0^4 dx \int_1^e \ln y dy$ Б $\int_0^{\frac{\pi}{4}} dx \int_0^{\frac{\pi}{4}} (\cos^2 x + \sin^2 y) dy$ В $\int_1^2 dx \int_x^{x^2} (2x - y) dy$</p> <p>1) 8</p> | |

| | | |
|--|--|---|
| | <p>4. Записать буквы/цифры (в зависимости от задания) вариантов ответа в нужной последовательности (например, БАА или 135).</p> | <p>2) $\frac{\pi^2}{16}$ 3) 0,9</p> <p>2 Установите соответствие между числовым или функциональным рядом и его типом</p> <p>A $\sum_{n=1}^{\infty} \left(\frac{n}{2n+1}\right)^n$ Б $\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \frac{n}{n+2}$ В $\sum_{n=1}^{\infty} (x+1)^n \frac{1}{(2n-1)!}$</p> <p>1) числовой ряд с положительными членами 2) степенной ряд 3) знакопеременный ряд</p> |
| <p>Задание комбинированного типа с выбором одного правильного ответа из предложенных и обоснованием выбора</p> | <p>1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается только один из предложенных вариантов. 2. Внимательно прочитать предложенные варианты ответа. 3. Выбрать один верный ответ. 4. Записать только номер (или букву) выбранного варианта ответа. 5. Записать аргументы, обосновывающие выбор ответа (например, 4 текст обоснования).</p> | <p>1 Какая тригонометрическая подстановка приведёт к рационализации подинтегральной функции в неопределённом интеграле $\int \frac{\operatorname{tg}^4 x dx}{\cos^2 x}$?</p> <p>1) $\operatorname{tg} x = t$ 2) $\operatorname{arctg} x = t$ 3) $\cos^3 x = t$ 4) $\operatorname{arccos} x = t$</p> <p>2 Вычислите определённый интеграл методом внесения функции под знак дифференциала $\int_4^5 x \sqrt{x^2 - 16} dx$</p> <p>1) 9 2) ∞ 3) 1 4) 0</p> |
| <p>Задание открытого типа с развёрнутым ответом</p> | <p>1. Внимательно прочитать текст задания и понять суть вопроса. 2. Продумать логику и полноту ответа. 3. Записать ответ, используя четкие компактные формулировки. 4. В случае расчетной задачи, записать решение и ответ</p> | <p>1. Приведите полное решение задачи. Вычислить интеграл или доказать его расходимость</p> <p>2 Найдите объём продукции, произведённой за время $t=4$ года, если функция Кобба-Дугласа имеет вид $g(t) = (1+t)e^{3t}$.</p> |

6.3. Критерии и шкала оценивания на основе БРС.

Критерии и балльная шкала определяются преподавателем

| КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ | РЕЗУЛЬТАТ В |
|---------------------|-------------|
|---------------------|-------------|

| | БАЛЛАХ |
|--|--------|
| Дан полный, в логической последовательности развернутый ответ на поставленный вопрос, где он продемонстрировал знания предмета в полном объеме учебной программы, достаточно глубоко осмысливает дисциплину, самостоятельно, и исчерпывающе отвечает на дополнительные вопросы, приводит собственные примеры по проблематике поставленного вопроса, решил предложенные практические задания без ошибок | 40 |
| Дан развернутый ответ на поставленный вопрос, где обучающийся демонстрирует знания, приобретенные на лекционных и семинарских занятиях, а также полученные посредством изучения обязательных учебных материалов по курсу, дает аргументированные ответы, приводит примеры, в ответе присутствует свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается неточность в ответе. Решил предложенные практические задания с небольшими неточностями. | 30-39 |
| Дан ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой дисциплины, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы, знанием основных вопросов теории, слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры, недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа и решении практических заданий. | 20-29 |
| Дан ответ, который содержит ряд серьезных неточностей, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы, незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов, неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Выводы поверхностны. Решение практических заданий не выполнено, т.е. обучающийся не способен ответить на вопросы даже при дополнительных наводящих вопросах преподавателя. | 0-19 |

6.4. Описание дополнительных материалов и оборудования, необходимых для выполнения проверочных заданий (*при необходимости*).

Для решения задач открытого типа (контрольных работ), тестовых заданий студенту разрешается использование калькулятора.

7. Методические материалы по освоению дисциплины (модуля)

Для изучения основных вопросов образовательной программы необходимо конспектировать материалы лекций, работать с рекомендованной преподавателем литературой, а также ресурсами информационно-телекоммуникационной сети

«Интернет». Для приобретения навыков активного использования знаний полезно обсуждать плановые и возникающие вопросы, а также решаемые задачи на практических занятиях.

Для формирования системного усвоения дисциплины следует пользоваться знаниями и примерами из смежных дисциплин «Линейная алгебра и аналитическая геометрия», а также «Дискретная математика».

Для закрепления изученного материала даны вопросы по каждой теме дисциплины, на которые следует самостоятельно найти ответы.

Важной составной частью учебного процесса в вузе являются практические занятия. Практические занятия проводятся главным образом по дисциплинам, требующим закрепления навыков решения задач, и помогают студентам глубже усвоить учебный материал, приобрести умения применять методы математического анализа к решению разнообразных задач, определять и оценивать ресурсы и существующие ограничения разного рода проектов. Практические занятия предназначены для самостоятельной работы студентов по решению конкретных задач. Каждое практическое занятие сопровождается домашними заданиями, выдаваемыми студентам для решения во внеаудиторное время.

При подготовке к практическим занятиям необходимо проанализировать конспект лекции, ознакомиться с рекомендованной литературой по соответствующей теме, осуществить подготовку по рекомендованным в рабочей программе вопросам для обсуждения темы, выполнить домашнее задание (при необходимости).

Необходимо помнить, что на лекции обычно рассматривается не весь материал, а только его часть. Остальная его часть восполняется в процессе самостоятельной работы. В связи с этим работа с рекомендованной литературой обязательна. Особое внимание при этом необходимо обратить на содержание основных положений и выводов, объяснение явлений и фактов, уяснение практического приложения рассматриваемых теоретических вопросов. В процессе этой работы студент должен стремиться понять и запомнить основные положения рассматриваемого материала, примеры, поясняющие его, а также разобраться в иллюстративном материале. В процессе подготовки к занятиям рекомендуется взаимное обсуждение материала, во время которого закрепляются знания, а также приобретает практика в изложении и разъяснении полученных знаний, развивается речь. При необходимости следует обращаться за консультацией к преподавателю (в том числе по электронной почте). Планируя консультацию, необходимо хорошо продумать вопросы, которые требуют разъяснения. Заканчивать подготовку следует составлением плана (конспекта) по изучаемому материалу (вопросу). Это позволяет составить концентрированное, сжатое представление по изучаемым вопросам. Записи имеют первостепенное значение для самостоятельной работы студентов. Они помогают понять построение изучаемого материала, выделить основные положения, проследить их логику. Кроме того, ведение записей способствует превращению чтения в активный процесс, мобилизует, наряду со зрительной, и моторную память. Следует помнить: у студента, систематически ведущего записи, создается свой индивидуальный фонд методических материалов для быстрого повторения изученных вопросов, для мобилизации накопленных знаний. Особенно важны и

полезны записи тогда, когда в них находят отражение мысли, возникшие при самостоятельной работе.

После изучения базовых тем курса проводится текущий контроль знаний студентов в виде опроса или письменного тестирования. Типовые тесты и задания по темам дисциплины приведены в специальном разделе данной рабочей программы.

Подготовка к текущему и промежуточному контролю предполагает изучение представленных вопросов к экзамену, работу над тестами, представленными в данной рабочей программе, выполнение семестровой проектной работы по применению системного подхода и методов системного анализа к выбранной системе.

8. Учебная литература и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет

8.1. Основная литература

1. Математический анализ [Электронный ресурс] / Н. Ш. Кремер, Б. А. Путко, И. М. Тришин ; отв. ред. Н. Ш. Кремер - учебник и практикум для академического бакалавриата : [в 2 ч.] -М.:Юрайт, 2023. - 389 с. URL: <https://urait.ru/bcode/530543>(дата обращения 12.04.2025) – Режим доступа: по подписке.

2. Макаров, С. И., Высшая математика: математический анализ и линейная алгебра : учебное пособие / С. И. Макаров. — Москва :КноРус, 2024. — 320 с. — ISBN 978-5-406-13446-7. — URL: <https://book.ru/book/954837> (дата обращения: 12.04.2025). — Текст : электронный.

3. Малугин, В.А.Математический анализ для экономистов: учебник и практикум для среднего профессионального образования/ В.А.Малугин.— 3-е изд., перераб. и доп.— Москва: Издательство Юрайт, 2024.— 557с.— (Высшее образование).— ISBN 978-5-534-17808-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL:<https://urait.ru/bcode/538306> (дата обращения: 12.04.2025).

Все источники основной литературы взаимозаменяемы.

8.2. Дополнительная литература

1. Ильин, В. А. Математический анализ в 2 ч. Часть 1 в 2 кн. Книга 1 : учебник для академического бакалавриата / В. А. Ильин, В. А. Садовничий, Б. Х. Сендов. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 324 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-07067-5. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт[сайт]. — URL: <https://biblio-online.ru/bcode/437203>

2. Фихтенгольц, Г.М. Основы математического анализа : учебник : в 2 частях / Г.М. Фихтенгольц. — 11-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, [б. г.]. — Часть 1 — 2019. — 444 с. — ISBN 978-5-8114-0190-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/112051>

3. Чирский В.Г., Шилин К.Ю.Математический анализ и инструментальные

методы решения задач, книги 1 и 2, М.: Дело, 2019. - 462 с и 270 с.

4. Демидович Б.П. Сборник задач и упражнений по математическому анализу. М.: Астрель, 2003, 559 с.

5. Кудрявцев, Л.Д. Краткий курс математического анализа : учебник / Л.Д. Кудрявцев. — 4-е изд., перераб. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, [б. г.]. — Том 1 : Дифференциальное и интегральное исчисления функций одной переменной. Ряды — 2015. — 444 с. — ISBN 978-5-9221-1585-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/71994>

8.3. Нормативные правовые документы и иная правовая информация

Не используются

8.4 Интернет-ресурсы

Обучающимся обеспечен доступ к материалам курса в СДО Академии <http://lms.ranepa.ru>, а так же через сайт научной библиотеки к следующим подписным электронным ресурсам:

Русскоязычные ресурсы

- Электронные учебники электронно-библиотечной системы (ЭБС) «Айбукс»
- Электронные учебники электронно-библиотечной системы (ЭБС) «Юрайт»
- Электронные учебники электронно-библиотечной системы (ЭБС) «Лань»
- Электронные учебники электронно-библиотечной системы (ЭБС) «ZNANIUM.COM»
- Электронные учебники электронно-библиотечной системы (ЭБС) «BOOK.RU»
- Электронные учебники электронно-библиотечной системы (ЭБС) «IPRSMART»

9. Материально-техническая база, информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы

| № п/п | Наименование |
|-------|---|
| 1. | Специализированные залы для проведения лекций, оснащенные персональным компьютером/ноутбуком и мультимедийным проектором |
| 2. | Аудитории и компьютерные классы, оборудованные посадочными местами и персональными компьютерами с выходом в Интернет для проведения практических занятий |
| 3. | «МТС Линк» — российская платформа для онлайн-коммуникаций и совместной работы команд ; «Яндекс Телемост» — сервис для видеоконференций от Яндекса; Я-мессенджер |
| 4. | Технические средства обучения: персональные компьютеры; программные средства, обеспечивающие просмотр видеофайлов в форматах AVI, MPEG-4, DivX, RMVB, WMV; программы для работы с электронными таблицами для обработки, анализа и визуализации данных; соответствующие онлайн-инструменты для построения интеллект-карты и моделей в различных нотациях |
| 5. | Научная библиотека (в т.ч. электронные информационные ресурсы научной библиотеки) |
| 6. | СДО Академии https://lms.ranepa.ru/ |

