

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА
И ГОСУДАРСТВЕННОЙ СЛУЖБЫ
ПРИ ПРЕЗИДЕНТЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»**

**Институт государственной службы и управления
Кафедра информатики и прикладной математики**

УТВЕРЖДЕНА
решением кафедры информатики
и прикладной математики

Протокол от «26» августа 2019 г.
№ 1

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.Б.08.02 Математический анализ

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

МА

(краткое наименование дисциплины)

38.03.04 Государственное и муниципальное управление

(код, наименование направления подготовки)

Цифровое государство

(направленность (профиль))

бакалавр

(квалификация)

очная

(форма обучения)

2020

(год набора)

Москва, 2019 г.

Авторы–составители:

доктор технических наук, профессор, профессор кафедры информатики и прикладной математики Данчул А.Н.,

кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры информатики и прикладной математики Сафонова Т.Е.,

кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры информатики и прикладной математики Свертилова Н.В.

Заведующий кафедрой

кандидат технических наук, доцент, исполняющий обязанности заведующего кафедрой информатики и прикладной математики, заместитель директора Института государственной службы и управления Корчагин Р.Н.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|----|
| 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения программы..... | 4 |
| 2. Объем и место дисциплины в структуре ОП ВО | 5 |
| 3. Содержание и структура дисциплины | 5 |
| 4. Материалы текущего контроля успеваемости обучающихся и фонд оценочных средств промежуточной аттестации по дисциплине..... | 7 |
| 5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины | 26 |
| 6. Учебная литература и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", включая перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине..... | 29 |
| 6.1. Основная литература | 29 |
| 6.2. Дополнительная литература | 29 |
| 6.3. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы | 30 |
| 6.4. Нормативные правовые документы | 30 |
| 6.5. Интернет-ресурсы | 30 |
| 6.6. Иные источники | 31 |
| 7. Материально-техническая база, информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы..... | 31 |

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

1.1. Дисциплина Б1.Б.08.02 Математический анализ обеспечивает овладение следующими компетенциями с учетом этапа:

| Код Компетенции | Наименование компетенции | Код этапа освоения компетенции | Наименование этапа освоения компетенции |
|-----------------|--|--------------------------------|--|
| ОПК-2 | Способность находить организационно-управленческие решения, оценивать результаты и последствия принятого управленческого решения и готовность нести за них ответственность с позиций социальной значимости принимаемых решений | ОПК-2.1 | Способность анализировать и выбирать организационно-управленческие решения на основе экономико-математических методов и моделей |
| | | ОПК-2.2 | Способность оценивать последствия управленческих решений с позиций социальной значимости, используя математические методы и модели |

1.2. В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы:

| ОТФ/ТФ (при наличии профстандарта, или по результатам форсайт-сессии) | Код этапа освоения компетенции | Результаты обучения |
|--|--------------------------------|---|
| | ОПК-2.1 | на уровне знаний: знает организационно-управленческие и экономические интерпретации основных изучаемых математических понятий; разрабатывает алгоритмы и методы решения изучаемых типовых математически формализованных задач в объеме, достаточном для анализа организационно-управленческих решений |
| | | на уровне умений: умеет дифференцировать функции одной переменной, применяет методы математического анализа к моделированию организационно-управленческих решений; |
| | | на уровне навыков: создает формальную математическую запись управленческих задач; готовит постановки, решения задач и интерпретации результатов в экономических терминах; выполняет решения задач и интерпретации их результатов. |
| | ОПК-2.2 | на уровне знаний: знает организационно-управленческие и экономические интерпретации основных изучаемых математических понятий; разра- |

| | | |
|--|--|---|
| | | батывает алгоритмы и методы решения изучаемых типовых математически формализованных задач в объеме, достаточном для выбора и оценки последствия организационно-управленческих решений |
| | | на уровне умений: умеет дифференцировать и интегрировать функции нескольких переменных, применяет методы математического анализа для оценки последствия управленческих решений; |
| | | на уровне навыков: использует различные методы принятия управленческих решений с учетом поставленной задачи и складывающейся ситуации. |

2. Объем и место дисциплины в структуре ОП ВО

Общая трудоемкость Б1.Б.08.02 Математический анализ составляет 6 зачетных единиц. Количество академических часов, выделенных на контактную работу с преподавателем, составляет 96 часов: лекционные занятия – 32, практические занятия – 64 часа. Самостоятельная работа составляет 48 часов, контроль – 72 часа.

Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина Б1.Б.08.02 Математический анализ изучается в 1 и 2 семестрах.

Дисциплина Б1.Б.08.02 Математический анализ относится к дисциплинам обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина является опорой для изучения следующих дисциплин: Б1.В.18.01 «Теория вероятностей» (3 семестр), Б1.В.02 «Методы оптимизации» (3 семестр), Б1.В.ДВ.10.01 «Исследование операций» (8 семестр); Б1.В.ДВ.10.02 «Основы математического моделирования социально-экономических процессов» (8 семестр).

Форма промежуточной аттестации в соответствии с учебным планом – экзамен (1 и 2 семестры).

3. Содержание и структура дисциплины

Очная форма обучения

| № п/п | Наименование тем (разделов) | Объем дисциплины (модуля), час. | | | | | | Форма текущего контроля успеваемости*, промежуточной аттестации** |
|---------|--|---------------------------------|---|----|----|-----|----|---|
| | | Всего | Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий | | | | СР | |
| | | | Л | ЛР | ПЗ | КСР | | |
| Часть 1 | | | | | | | | |
| Тема 1 | Основы математической логики и теории множеств | 18 | 4 | | 8 | | 6 | ДЗ, КР, 3 |
| Тема 2 | Отображения. Числовые последовательности. Функции одной переменной | 13 | 2 | | 6 | | 5 | ДЗ, КР, 3 |
| Тема 3 | Пределы последовательностей и функций | 18 | 4 | | 8 | | 6 | ДЗ, КР, 3 |
| Тема 4 | Дифференциальное Исчисление | 23 | 6 | | 10 | | 7 | ДЗ, КР, 3 |

| № п/п | Наименование тем (разделов) | Объем дисциплины (модуля), час. | | | | | | Форма текущего контроля успеваемости*, промежуточной аттестации** |
|--------------------------|-----------------------------|---------------------------------|---|----|----|-----|----|---|
| | | Всего | Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий | | | | СР | |
| | | | Л | ЛР | ПЗ | КСР | | |
| Часть 1 | | | | | | | | |
| Промежуточная аттестация | | 36 | | | | | | Экз |
| Итого по части 1 | | 108 | 16 | | 32 | | 24 | |

| | | | | | | | | |
|--------------------------|---|------------|-----------|--|-----------|--|-----------|-----------|
| Часть 2 | | | | | | | | |
| Тема 1 | Неопределенный и определенный интегралы | 24 | 6 | | 10 | | 8 | ДЗ, КР, 3 |
| Тема 2 | Ряды | 22 | 6 | | 10 | | 6 | ДЗ, КР, 3 |
| Тема 3 | Функции нескольких переменных | 26 | 4 | | 12 | | 10 | ДЗ, КР, 3 |
| Промежуточная аттестация | | 36 | | | | | | Экз |
| Итого по части 2 | | 108 | 16 | | 32 | | 24 | |
| Всего | | 216 | 32 | | 64 | | 48 | |

Примечание:

* - формы текущего контроля успеваемости: контрольная работа (КР), задачи (З), домашнее задание (ДЗ).

** - формы промежуточной аттестации: экзамен (Экз).

Содержание дисциплины

Часть 1

Тема 1. Основы математической логики и теории множеств.

Высказывания и основные операции над ними. Эквивалентные высказывания и логические законы. Методы доказательства. Предикаты. Кванторы общности и существования. Логические законы, формулирующиеся с использованием кванторов.

Множества. Простейшие операции над множествами. Диаграммы Венна. Тождества теории множеств и методы их доказательства.

Кортежи. Прямое (декартово) произведение множеств. Координатная диаграмма декартова произведения.

Понятие отношения. Графическое представление отношений (граф и координатная диаграмма). Обратное отношение. Свойства отношений. Разбиения множества и отношение эквивалентности. Отношения порядка.

Тема 2. Отображения. Числовые последовательности. Функции одной переменной.

Отображения и их основные свойства. Функциональные отображения. Взаимно-однозначное соответствие множеств. Понятие числовой последовательности. Понятие действительной функции действительной переменной. Способы задания функции. График функции. Сложные и взаимно обратные функции. Неявные функции. Основные свойства функций.

Тема 3. Пределы последовательностей и функций.

Предел последовательности. Основные свойства сходящихся последовательностей. Признаки существования предела последовательности. Предел функции в бесконечности и в точке. Односторонние пределы. Признаки существования предела функции. Бесконечно малые и бесконечно большие величины. Два замечательных предела, применение в экономических расчетах. Непрерывность функции в точке и на отрезке. Свойства функций, непрерывных в точке и на отрезке.

Тема 4. Дифференциальное исчисление.

Производная функции и дифференциал. Геометрический и физический смысл производной и дифференциала, приложения производной в экономических расчетах. Правила дифференцирования сумм, произведения и частного функций. Производная сложной и обратной функций. Производные основных элементарных функций. Производные высших порядков. Теоремы Ферма, Ролля, Лагранжа. Теорема Коши. Правило Лопиталя. Точки экстремума, выпуклость и точки перегиба функции. Асимптоты. Общая схема исследования функций. Уравнение касательной и нормали к графику функции. Использование производных в экономических задачах

Часть 2

Тема 1. Неопределенный и определенный интегралы.

Первообразная и неопределенный интеграл. Свойства неопределенного интеграла. Интегралы от основных элементарных функций. Основные методы интегрирования. Интегрирование рациональных дробей и тригонометрических выражений.

Понятие определенного интеграла. Свойства определенного интеграла. Формула Ньютона-Лейбница. Замена переменной в определенном интеграле.

Несобственные интегралы с бесконечными пределами интегрирования и несобственные интегралы от неограниченных функций. Признаки сходимости несобственных интегралов. Экономические приложения определенного интеграла.

Тема 2. Ряды.

Понятие числового ряда. Основные свойства рядов. Необходимый признак сходимости ряда. Признаки сходимости рядов с неотрицательными членами. Абсолютная и условная сходимость знакопеременных рядов. Признак сходимости Лейбница для знакопередающегося ряда. Понятия функционального ряда. Свойства равномерно сходящихся рядов. Степенные ряды. Теорема Абеля. Свойства степенных рядов. Радиус сходимости степенного ряда. Ряды Тейлора и Маклорена. Ряды Фурье.

Тема 3. Функции нескольких переменных.

Понятие функции нескольких переменных. Предел и непрерывность функции. Частные производные функции и полный дифференциал. Функции нескольких переменных в экономике.

Производная по направлению, градиент функции. Экстремумы функции многих переменных, необходимое и достаточное условие экстремума.

Условный экстремум. Нахождение условного экстремума методом множителей Лагранжа.

Кратные интегралы. Сведение кратного интеграла к повторному. Геометрическая интерпретация двойного интеграла.

4. Материалы текущего контроля успеваемости обучающихся и фонд оценочных средств промежуточной аттестации по дисциплине

4.1. Формы и методы текущего контроля успеваемости обучающихся и промежуточной аттестации

4.1.1. В ходе реализации дисциплины Б1.Б.08.02 Математический анализ используются следующие методы текущего контроля успеваемости обучающихся:

| Тема (раздел) | | Формы (методы) текущего контроля успеваемости |
|---------------|--|---|
| I часть | | |
| Тема 1 | Основы математической логики и теории мно- | Домашнее задание, контрольная |

| | | |
|-----------------|--|--|
| | жеств | работа, задачи |
| Тема 2 | Отображения. Числовые последовательности. Функции одной переменной | Домашнее задание, контрольная работа, задачи |
| Тема 3 | Пределы последовательностей и функций | Домашнее задание, контрольная работа, задачи |
| Тема 4 | Дифференциальное исчисление | Домашнее задание, контрольная работа, задачи |
| II часть | | |
| Тема 1 | Неопределенный и определенный интегралы | Домашнее задание, контрольная работа, задачи |
| Тема 2 | Ряды | Домашнее задание, контрольная работа, задачи |
| Тема 3 | Функции нескольких переменных | Домашнее задание, контрольная работа, задачи |

4.1.2. Экзамены проводятся с применением следующих методов (средств): в устной форме по вопросам.

4.2. Материалы текущего контроля успеваемости.

Задачи, домашние задания и контрольные работы по темам ЧАСТЬ 1.

Тема 1. Основы математической логики и теории множеств

Практическое занятие 1

- Повторение определений основных понятий темы.
- Доказать логические законы, используя таблицы истинности, и дать примеры их содержательной интерпретации

а) $\overline{a \vee b} \Leftrightarrow \bar{a} \wedge \bar{b}$; б) $(a \Rightarrow b) \Leftrightarrow \bar{a} \vee b$;

в) $a \vee (b \wedge c) \Leftrightarrow (a \vee b) \wedge (a \vee c)$;

на дом

а) $\overline{a \wedge b} \Leftrightarrow \bar{a} \vee \bar{b}$; б) $a \Rightarrow b \Leftrightarrow \overline{a \wedge \bar{b}}$;

в) $a \wedge (b \vee c) \Leftrightarrow (a \wedge b) \vee (a \wedge c)$.

- Пусть p означает: «число a делится на число b », q означает: «число a делится на число c » и r означает: «число a делится на произведение чисел b и c ». Сформулировать предложения, записанные в виде формул, и определить, если возможно, их значение (истинность)

а) $p \wedge q$; б) $p \wedge q \Rightarrow r$;

на дом

а) $\bar{p} \wedge \bar{q}$; б) $p \vee q \Rightarrow \bar{r}$

Практическое занятие 2

- Проверка домашнего задания.
- Повторение определений основных понятий темы.
- Пусть R и D означают соответственно высказывания: «данный четырехугольник есть ромб» и «диагонали четырехугольника взаимно перпендикулярны». Записать в символической форме следующие высказывания и определить, если возможно, их значение (истинность).

а) Если данный четырехугольник есть ромб, то диагонали четырехугольника взаимно перпендикулярны;

б) Неверно, что если диагонали четырехугольника взаимно перпендикулярны, то данный четырехугольник есть ромб.

на дом

а) Данный четырехугольник не ромб, или диагонали четырехугольника взаимно перпендикулярны.

4. Дано множество $M = \{a, b\}$. Предикат $P(x, y)$, где x и $y \in M$, задан следующей таблицей

| X | Y | $P(x, y)$ |
|-----|-----|-----------|
| A | A | 1 |
| A | B | 1 |
| B | A | 1 |
| B | B | 0 |

Определить значение истинности следующих высказываний и дать пример их содержательной интерпретации.

а) $\exists x P(x, a)$ б) $\forall y P(a, y)$ в) $\exists x \forall y P(x, y)$.

на дом

а) $\exists y P(a, y)$ б) $\forall x P(x, a)$ в) $\forall x \exists y P(x, y)$.

5. Записать в форме высказываний, введя необходимые обозначения предикатов, следующие предложения:

а) Все москвичи в данной группе учатся на «хорошо» и «отлично».

б) В данной группе нет слушателей старше 30 лет.

в) Не всё то золото, что блестит (использовать квантор общности).

на дом

а) Все слушатели в данной группе – москвичи или из Подмосковья.

б) Некоторые москвичи – слушатели данной группы.

в) Не всё то золото, что блестит (использовать квантор существования).

Практическое занятие 3

1. Проверка домашнего задания.

2. Повторение определений основных понятий темы.

3. Пусть $R(x)$ и $D(x)$ – предикаты, определенные на множестве четырехугольников, означающие соответственно: «четырехугольник x есть ромб» и «диагонали четырехугольника x взаимно перпендикулярны». Записать в символической форме следующие высказывания

а) Если четырехугольник есть ромб, то диагонали этого четырехугольника взаимно перпендикулярны;

на дом

а) Любой четырехугольник – не ромб, или его диагонали взаимно перпендикулярны.

б) Неверно, что если диагонали четырехугольника взаимно перпендикулярны, то этот четырехугольник есть ромб.

4. Пусть $S(x, y, z)$ – предикат сложения (z является суммой x и y), рассматриваемый на множестве \mathbf{Z} всех целых чисел и на множестве $\mathbf{N}_0 = \mathbf{N} \cup \{0\}$ целых неотрицательных чисел. Какова содержательная интерпретация следующих формул и на каком множестве (\mathbf{Z} или \mathbf{N}_0) они истинны?

а) $\forall y \exists x S(x, y, 0)$ б) $\forall z \forall x \exists y S(x, y, z)$.

на дом

а) $\exists y \forall x S(x, y, x)$ б) $\exists x \exists y S(x, y, -12)$

5. Даны множества: $I = \{1, 2, 3, 4, 5\}$, $X = \{1, 5\}$, $Y = \{1, 2, 4\}$, $Z = \{2, 5\}$. Найти следующие множества и начертить диаграммы Венна, иллюстрирующие их построение,

а) $\overline{X \cap Y}$ б) $(X \cap Z) \cup \overline{Y}$

на дом

а) $\overline{X} \cap Y$ б) $(X \setminus Z) \cap (Y \setminus Z)$

6. Доказать с помощью диаграмм Венна следующие тождества

$$\overline{X \cup Y} = \overline{X \cap \overline{Y}} \quad \text{на дом}$$

$$(X \cap Z) \cup Y = (X \cup Y) \cap (Z \cup Y).$$

Практическое занятие 4

1. Проверка домашнего задания.
2. Повторение определений основных понятий темы.
3. Даны множества: $X=\{1, 5\}$, $Y=\{1, 2, 4\}$, $Z=\{2, 5\}$.
Найти следующие множества и начертить координатные диаграммы, иллюстрирующие их построение,

$$X \times Y, \quad \text{на дом} \quad X \times Y \cap Z.$$

4. На плоскости Oxy задан предикат $P(x, y)$, множеством истинности которого является область, граница которой состоит из прямых отрезков, соединяющих последовательно точки с координатами $(0, 0)$, $(0, 2)$, $(2, 2)$, $(2, 1)$, $(1, 1)$, $(1, 0)$, $(0, 0)$.

Множества истинности предикатов $Q_{ij}(x, y)$, $R_{ij}(x, y)$ определяются множествами точек $A(i, j) = \{i \leq x \leq j\}$ и $B(i, j) = \{i \leq y \leq j\}$ соответственно на плоскости Oxy , где i, j – целые числа.

а) Используя операции над множествами, записать формулу получения множества истинности предиката $P(x, y)$

б) Используя логические операции, записать формулу предиката $P(x, y)$

на дом

На плоскости Oxy задан предикат $P(x, y)$, множеством истинности которого является область, граница которой состоит из прямых отрезков, соединяющих последовательно точки с координатами $(0, 0)$, $(0, 2)$, $(2, 2)$, $(2, 1)$, $(1, 1)$, $(1, 0)$, $(0, 0)$.

Множества истинности предикатов $Q_{ij}(x, y)$, $R_{ij}(x, y)$ определяются множествами точек $A(i, j) = \{i \leq x \leq j\}$ и $B(i, j) = \{i \leq y \leq j\}$ соответственно на плоскости Oxy , где i, j – целые числа.

а) Используя операции над множествами, записать формулу получения множества истинности предиката $P(x, y)$

б) Используя логические операции, записать формулу предиката $P(x, y)$

5. Выписать все элементы отношений $\rho = \langle X, R \rangle$ и ρ^{-1} ; представить их в виде координатных диаграмм и графов отношений, если

$$X = \{1, 3, 5\}, \quad R = \{ \langle x, y \rangle : x \leq y \},$$

на дом

$$X = \{2, 4, 16, 22\}, \quad R = \{ \langle x, y \rangle : x \text{ является делителем } y \},$$

6. Исследовать свойства отношений, приведенных в п. 5, (рефлексивность, симметричность, транзитивность, антисимметричность, иррефлексивность, асимметричность, сравнимость). Определить, являются ли эти отношения а) отношением эквивалентности; б) отношением строгого порядка; в) отношением нестрогого порядка; г) отношением линейного порядка.

Контрольная работа.

Задача 1. Дано множество $M = \{a, b\}$. Предикат $P(x, y)$, где $x \in M$, $y \in M$, задан следующей таблицей.

| x | y | $P(x, y)$ |
|-----|-----|-----------|
| a | a | 0 |
| a | b | 1 |

| | | |
|-----|-----|---|
| b | a | 1 |
| b | b | 1 |

Определить значение истинности высказывания (с объяснением)

| | | | |
|------------------|-------------------------------|-------------------|-------------------------------|
| Вариант 1 | $\forall x P(x, a)$ | Вариант 6 | $\forall y P(b, y)$ |
| Вариант 2 | $\exists x P(x, a)$ | Вариант 7 | $\exists x P(x, b)$ |
| Вариант 3 | $\forall y P(a, y)$ | Вариант 8 | $\exists y \exists x P(x, y)$ |
| Вариант 4 | $\exists y P(a, y)$ | Вариант 9 | $\exists x \forall y P(x, y)$ |
| Вариант 5 | $\forall x \forall y P(x, y)$ | Вариант 10 | $\forall x \exists y P(x, y)$ |

Тема 2. Отображения. Числовые последовательности. Функции одной переменной
Практическое занятие 1.

1. Проверка домашнего задания.
2. Повторение определений основных понятий темы.
3. Пусть $X = Y = \mathbf{R}$, а отображение $\varphi: X \rightarrow Y$ задается указанным ниже законом. Нарисовать график отображения и охарактеризовать отображение (всюду определенность, функциональность, отображение “на”, взаимная однозначность).

а) $y = |x|$, б) $|y| = |x|$,

на дом

а) $x = y^2$; б) $y = \lg x$.

4. Определить области определения и области значений следующих функций:

а) $y = \sqrt{3x - x^3}$; б) $y = \log(x^2 - 4)$;

на дом а) $y = \sqrt{2 + x - x^2}$; б) $y = \log_2 \log_3 \log_4 x$.

3. Решить задачи [Л1¹, с.266]:

5.16, 5.19 *на дом* 5.17, 5.18.

4. На какое множество R_y отображает множество R_x функция $y = f(x)$

$y = x^2$, $R_x = \{-1 \leq x \leq 2\}$; *на дом* $y = \lg x$, $R_x = \{10 \leq x \leq 1000\}$.

5. Пусть функция $f(u)$ определена при $0 < u < 1$. Найти область определения функций

$f(\ln x)$ *на дом* а) $f(|x|)$; б) $f(\sin x)$.

Практическое занятие 2

$a \in \mathbf{R}, b \in \mathbf{R}$; \mathbf{R} – множество действительных чисел.

1. Проверка домашнего задания.
2. Повторение определений основных понятий темы.
3. Построить графики функций $y = ax + b$,
4. Решить задачи [Л1, с.267]:

5.38(в), 5.40(а), 5.26 *на дом* 5.38(а), 5.39(г), 5.41(д), 5.46.

Практическое занятие 3

1. Проверка домашнего задания.
2. Повторение определений основных понятий темы.
3. Найти:

¹ Л1 – литература под номером 1 в списке литературы

а) $f[f(x)]$, если $f(x) = \frac{1}{1-x}$; б) $f(x)$, если $f\left(\frac{x}{x+1}\right) = x^2$;

в) $f(x)$, если $f(x+1) = x^2 - 3x + 2$.

4. Решить задачи [Л1, с.266]:

5.32, 5.34 **на дом** 5.33, 5.36

5. Решить задачи [Л1, с.267]:

5.42 **на дом** 5.43.

Контрольная работа.

Задача 1. Отображение $f: X \rightarrow Y$ задается законом, представленным ниже. $X=Y=\mathbb{R}$. Охарактеризовать отображение (всюду определенность, функциональность, отображение «на», взаимная однозначность). Построить график отображения.

Вариант 1. $y = 1/\sin x$

Вариант 6. $x^2 = y$

Вариант 2. $y = \operatorname{tg} x + 1$

Вариант 7. $x \cdot y = 1$

Вариант 3. $x = y^2$

Вариант 8. $|y| = x$

Вариант 4. $y = |x|$

Вариант 9. $y = 2/x$

Вариант 5. $|y| = |x|$

Вариант 10. $y = \cos^2 x$

Тема 3. Пределы последовательностей и функций

Практическое занятие 1

1. Проверка домашнего задания.
2. Повторение определений основных понятий темы.
3. Вычислить пределы

а) $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{x^2 - 1}{2x^2 - x - 1}$; б) $\lim_{x \rightarrow 1} \frac{x^2 - 1}{2x^2 - x - 1}$; в) $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{x^2 - 1}{2x^2 - x - 1}$;

4. Решить задачи [Л1, с.302 -304, 309]:

6,12, 6.15, 6,17, 6.23, 6,25, 6.27;

на дом 6,14, 6.21, 6,33, 6.39, 6.40, 6.43,.

Практическое занятие 2

1. Проверка домашнего задания.
2. Повторение определений основных понятий темы.
3. Вычислить предел

$$\lim_{x \rightarrow 4} \frac{\sqrt{1+2x} - 3}{\sqrt{x} - 2}.$$

3. Решить задачи [Л1, с.309-311]:

6.54, 6.70, 6.74, 6,75, 6.86, 6.88;

на дом 6.50, 6.78, 6.79, 6.83, 6.85

Практическое занятие 3

1. Проверка домашнего задания.
2. Повторение определений основных понятий темы.
3. Вычислить пределы

$$\text{а) } \lim_{x \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{2}{x}\right)^x; \text{ б) } \lim_{x \rightarrow 0} \left(1 + \frac{1}{x+1}\right)^{\frac{1}{2x}};$$

3. Решить задачи [Л1, с.309-311]:

6.110, 6.118, 6.147, 6.151, 6.154

на дом 6.111, 6.130, 6.148,

Практическое занятие 4

1. Проверка домашнего задания.

2. Повторение определений основных понятий темы.

3. Решить задачи [Л1, с.309-311]:

6.104, 6.105, 6.136, 6.140

на дом 6.99, 6.107, 6.141.

Контрольная работа.

Задача 1. Вычислить пределы последовательностей

Вариант 1

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{n^3 - n^2 - n + 1}{2n^3 - 3n + 2}$$

Вариант 2

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \left(\frac{1}{n-2} - \frac{4}{n^2-4} \right)$$

Вариант 3

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\sqrt{5n^2 + 3n}}{\sqrt[3]{n^3 - 2n^2}}$$

Вариант 4

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\sin n + \cos n}{\sqrt{1+n^2}}$$

Вариант 5

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\sqrt{n} + \sqrt{2n^2 + 3n}}{\sqrt[3]{n^3 - 2n^2}}$$

Вариант 6

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{n^2 - n + 1}{2n^3 - 3n + 2}$$

Вариант 7

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \left(\frac{1}{n-2} - \frac{12}{n^3-8} \right)$$

Вариант 8

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{n^3 - n + 1}{2n^2 - 3n + 2}$$

Вариант 9

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\sin 2n}{\sqrt{1+n-1}}$$

Вариант 10

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{n + \frac{1}{n}}{n + 2\sqrt{n} + 1}$$

Задача 2. Вычислить пределы функций

Вариант 1

$$\lim_{x \rightarrow 1} \frac{x^3 - x^2 - x + 1}{x^3 - 3x + 2}$$

Вариант 2

$$\lim_{x \rightarrow 2} \left(\frac{1}{x-2} - \frac{4}{x^2-4} \right)$$

Вариант 3

Вариант 6

$$\lim_{x \rightarrow \infty} (\sqrt{x^2 + x + 1} - \sqrt{x^2 - x})$$

Вариант 7

$$\lim_{x \rightarrow 2} \left(\frac{1}{x-2} - \frac{12}{x^3-8} \right)$$

Вариант 8

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sqrt{1+x^2} - \sqrt{1+x}}{1 - \sqrt{1+x}}$$

$$\lim_{x \rightarrow 0} \left(\frac{1+2x}{1+x} \right)^{\frac{1}{x}}$$

Вариант 4

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin x \cdot \operatorname{tg} x}{1 - \cos x}$$

Вариант 5

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin x - \operatorname{tg} x}{x^3}$$

Вариант 9

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin 2x}{\sqrt{1+x} - 1}$$

Вариант 10

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{1 - \cos 2x}{x \sin 2x}$$

Тема 4. Дифференциальное исчисление
Практическое занятие 1

1. Проверка домашнего задания.
2. Повторение определений основных понятий темы.
3. Найти первую и вторую производные функций:

а) $y = \ln(\operatorname{tg} x^2)$; б) $y = 5^x + \sqrt{(x - \ln x)}$;

на дом $y = 5^{2x} \cdot (x^4 - 5x^3 + x \sin x)$;

Решить задачи [Л1, с.354, 355]:

7.27, 7.39, 7.48 **на дом** 7.55, 7.63.

4. Вычислить производные в заданной точке

Решить задачи [Л1, с.355]:

7.64 **на дом** 7.66.

5. Найти производные от неявных функций

Решить задачи [Л1, с.356]:

7.80, 7.84 **на дом** 7.83, 7.85.

Практическое занятие 2

1. Проверка домашнего задания.
2. Повторение определений основных понятий темы.
3. Написать уравнение касательной и нормали к графику функции $x^2 + y^2 - 36 = 0$ в заданной точке $M(-4, -\sqrt{20})$.

Решить задачи [Л1, с.359, 360]:

7.108, 7.110 **на дом** 7.116, 7.119.

4. Найти производные функций, заданных параметрически

Решить задачи [Л1, с.356]:

7.86, 7.89 **на дом** 7.87, 7.88.

5. Найти производные второго порядка функций

Решить задачи [Л1, с.356]:

7.90 **на дом** 7.94.

Практическое занятие 3

1. Проверка домашнего задания.
2. Повторение определений основных понятий темы.
3. Исследовать функции и построить их графики

а) $y = \frac{x^2}{x^2 - 1}$; б) $y = x + \frac{1}{x}$; в) $y = \sqrt[3]{x+1} - \sqrt[3]{x-1}$;

на дом а) $y = \frac{3\sqrt{x}}{3x+1}$; б) $y = x^{2/3}(1-3x)$.

Практическое занятие 4

1. Проверка домашнего задания.
2. Повторение определений основных понятий темы.
3. Решить задачи [Л1, с.361]:
7.124, 7.133 *на дом* 7.131, 7.132.
3. Вычислить, используя понятие дифференциала
Решить задачи [Л1, с.361]:
7.134 *на дом* 7.139.
4. Решить задачи [Л1, с.361]:
7.140 *на дом* 7.141.
5. Решить задачи на правило Лопиталя [Л1, с.404,405]:
8.34, 8.38, 8.41, 8.44 *на дом* 8.45, 8.48, 8.49.
6. Решить задачи [Л1, с.409]:
8.91, 8.92 *на дом* 8.93.

Практическое занятие 5

1. Проверка домашнего задания.
2. Повторение определений основных понятий темы.
3. Решить задачи на экономические приложения производной
[Л1, с.365 - 367]:
7.152, 7.154, 7.161.
[Л1, с.422 - 424]:
8.148, 8.151, 8.155.

Контрольная работа.

Задача 1. Записать уравнение касательных, проходящей через точку $M(x,y)$, к графику функции $y=f(x)$. Записать уравнение нормали к графику в точках касания.

Вариант 1

$$M(1,2); \quad y = x^2 + 2x$$

Вариант 2

$$M(1,3); \quad y = x^2 + 2x$$

Вариант 3

$$M(1,-1); \quad y = x^2 + 2x$$

Вариант 4

$$M(1,-2); \quad y = x^2 - 2x$$

Вариант 5

$$M(1,1); \quad y = x^2 - 2x$$

Вариант 6

$$M(-1,2); \quad y = x^2 + 2x$$

Вариант 7

$$M(-1,1); \quad y = x^2 + 2x$$

Вариант 8

$$M(-1,5); \quad y = x^2 + 2x$$

Вариант 9

$$M(1,-3); \quad y = x^2 - 2x$$

Вариант 10

$$M(1,-8); \quad y = x^2 - 2x$$

Задача 2. Исследовать функцию и построить график.

Вариант 1

$$y = \frac{2x}{1+x^2}$$

Вариант 2

$$y = x^2 e^{-2x}$$

Вариант 3

$$y = \frac{\sqrt{x}}{1+x}$$

Вариант 4

$$y = \ln(x + \sqrt{x^2 + 1})$$

Вариант 5

$$y = x\sqrt{1+x}$$

Вариант 6

$$y = x^2 + 2\sqrt{-x}$$

Вариант 7

$$y = \sqrt{x} e^{-x^2}$$

Вариант 8

$$y = x e^{\frac{1}{x}}$$

Вариант 9

$$y = \frac{1}{1-e^x}$$

Вариант 10

$$y = x^{\frac{2}{3}}(1-x)$$

ЧАСТЬ 2.

Тема 1. Неопределенный и определенный интегралы.

Практическое занятие 1

1. Повторение определений основных понятий темы.
2. Найти неопределенные интегралы методом непосредственного интегрирования

а) $\int e^x 5^{4x} dx$; б) $\int \frac{3x^2 + 1}{x^2(x^2 + 1)} dx$.

Решить задачи [Л1, с.548 - 549]:

10.20, 10.25, 10.39 *на дом* 10.26, 10.32, 10.34.

3. Найти неопределенные интегралы методом замены переменной

а) $\int \frac{\sqrt{x}}{x+1} dx$; б) $\int x(x-3)^8 dx$; в) $\int \frac{2x}{1+x^4} dx$.

Решить задачи [Л1, с.554 - 556]:

10.43, 10.46, 10.67 *на дом* 10.66, 10.76, 10.80, 10.92.

Практическое занятие 2

1. Проверка домашнего задания.
2. Повторение определений основных понятий темы.
3. Найти неопределенные интегралы методом интегрирования по частям

а) $\int x \cos x dx$; б) $\int x \ln x dx$; в) $\int x e^x dx$;

Решить задачи [Л1, с.560]:

10.97, 10.107 *на дом* 10.118, 10.126.

4. Найти неопределенные интегралы от рациональных дробей

а) $\int \frac{3x+4}{x^2-3x+2} dx$; б) $\int \frac{3x+4}{x^2+2x+5} dx$

Решить задачи [Л1, с.565]:

- 10.137, 10.143 на дом 10.144, 10.150.
 5. Найти интегралы от тригонометрических функций
 Решить задачи [Л1, с.571 - 572]:
 10.171, 10.174 **на дом** 10.181, 10.185.

Практическое занятие 3

1. Проверка домашнего задания.
2. Повторение определений основных понятий темы.
3. Вычислить определенные интегралы
 Решить задачи [Л1, с.616-621]:
 11.23в, 11.24 **на дом** 11.23а, 11.25
4. Вычислить определенные интегралы методом замены переменных
 Решить задачи [Л1, с. 616-621]:
 11.23б, 11.23ж **на дом** 11.23г, 11.28
5. Вычислить определенные интегралы методом интегрирования по частям
 Решить задачи [Л1, с. 616-621]:
 11.23д, 11.23е **на дом** 11.36, 11.37

Практическое занятие 4.

1. Проверка домашнего задания.
2. Повторение определений основных понятий темы.
3. Решить задачи [Л1, с.621]:
 11.38 **на дом** 11.43, 11.48.
3. Найти площади фигур, ограниченных следующими кривыми
 а) $y = -x^2 + 3$, $y = 0$; б) $y = x^2 - 2x$, $y = 4x - x^2$;
 в) $y = -x^2 + 4x$, $y = 2x$.
 Решить задачи [Л1, с.630]:
 11.64 **на дом** 11.73, 11.84.
4. Найти объемы тел вращения
 Решить задачи [Л1, с.631]:
 11.90 **на дом** 11.93.

Практическое занятие 5.

1. Проверка домашнего задания.
2. Повторение определений основных понятий темы.
3. Вычислить несобственные интегралы
 а) $\int_a^{\infty} \frac{dx}{x^2}$, $a > 0$; б) $\int_0^{\infty} \frac{dx}{1+x^3}$; в) $\int_0^5 \frac{dx}{(x-1)^2}$.
 Решить задачи [Л1, с.631, 635 - 636]:
 11.115, 11.92 **на дом** 11.128, 11.129, 11.96.

Практическое занятие 6.

1. Проверка домашнего задания.
2. Повторение определений основных понятий темы.
3. Решить задачи на экономические приложения определенного интеграла [Л1, с.641]:
 11.146, 11.152, 11.153 **на дом** 11.148, 11.151, 11.154.

Контрольная работа.

- Задача 1. Найти площадь фигуры, ограниченной заданными кривыми

| | | |
|---|--|--|
| Вариант 1 $y = \sqrt{1-x},$ $y = x+1, y = 0$ | Вариант 2 $y = e^x, y = e^{x/2},$ $y = e^2$ | Вариант 3 $xy = 1, y = 0,$ $x = 3, y = x^2$ |
| Вариант 4 $y = x^2 + 2, x = 0,$ $y = 1 - x^2, x = 1$ | Вариант 5 $y = 4/x^2, x = 1,$ $y = x - 1$ | Вариант 6 $y = 2 - x^4,$ $y = x^2$ |
| Вариант 7 $y = -x^2, y = 2e^x,$ $x = 0, x = 1$ | Вариант 8 $y = \sin x, y = \cos x,$ $x = 0$ | Вариант 9 $y = x^2,$ $y = 1 + 0.75x^2$ |
| Вариант 10 $x = 0, x = 2, y = 2^x,$ $y = 2x - x^2$ | | |

Задача 2. Вычислить интеграл (если он сходится).

Вариант 1

$$\int_0^{+\infty} e^{-\sqrt{x}} dx$$

Вариант 2

$$\int_0^1 x \cdot \ln 2x dx$$

Вариант 3

$$\int_{-\infty}^{-4} \frac{xdx}{x^2 + 3x - 4}$$

Вариант 4

$$\int_{-4}^0 \frac{xdx}{x^2 + 3x - 4}$$

Вариант 5

$$\int_1^{+\infty} \frac{xdx}{x^2 + 3x - 4}$$

Вариант 6

$$\int_{-1}^1 \ln(x+1) dx$$

Вариант 7

$$\int_0^{+\infty} x \cdot e^{-2x} dx$$

Вариант 8

$$\int_0^{+\infty} \frac{dx}{(3x+1)^2}$$

Вариант 9

$$\int_0^1 \frac{xdx}{x^2 + 3x - 4}$$

Вариант 10

$$\int_{-\infty}^0 xe^{2x} dx$$

Тема 2. Ряды.

Практическое занятие 1

1. Проверка домашнего задания.
2. Повторение определений основных понятий темы.
3. Доказать непосредственно сходимость рядов и найти их суммы

$$\frac{1}{1 \cdot 2} + \frac{1}{2 \cdot 3} + \frac{1}{3 \cdot 4} + \dots; \quad \text{на дом} \quad \frac{1}{1 \cdot 4} + \frac{1}{4 \cdot 7} + \frac{1}{7 \cdot 10} + \dots.$$

Решить задачи [Л1, с.741]:

13.19 **на дом** 13.20, 13.24.

4. Исследовать сходимость знакопостоянного числового ряда

$$\text{а) } \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2n-1}{7n+5}; \quad \text{б) } \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2^n \cdot n}; \quad \text{в) } \sum_{n=1}^{\infty} \left(1 - \frac{1}{n}\right)^{n^2};$$

$$\text{на дом а) } \sum_{n=1}^{\infty} \frac{n!}{10^n}; \quad \text{б) } \sum_{n=1}^{\infty} \frac{n^5}{(n+1)!}.$$

Решить задачи [Л1, с.748 - 750]:

13.37, 13.61, 13.70 **на дом** 13.38, 13.62, 13.71.

Практическое занятие 2

1. Проверка домашнего задания.
2. Повторение определений основных понятий темы.
3. Решить задачи [Л1, с.748 - 750]:
13.82, 13.89, 13.90, **на дом** 13.84, 13.91, 13.92.
4. Исследовать сходимость знакочередующегося числового ряда

$$\text{а) } \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \left(\frac{2n+1000}{3n+1} \right)^n; \quad \text{б) } \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \frac{\sqrt{n}}{n+100};$$

Решить задачи [Л1, с.753, 754]:

13.106, 13.113 **на дом** 13.120, 13.123.

Практическое занятие 3

1. Проверка домашнего задания.
2. Повторение определений основных понятий темы.
3. Найти область сходимости степенного ряда

$$\text{а) } \sum_{n=1}^{\infty} \frac{x^n}{n!}; \quad \text{б) } \sum_{n=1}^{\infty} \frac{3^n x^n}{\sqrt{3^n}}.$$

Решить задачи [Л1, с.776]:

14.14, 14.16, 14.27 **на дом** 14.20, 14.23.

Практическое занятие 4

1. Проверка домашнего задания.
2. Повторение определений основных понятий темы.
3. Разложить функции в ряд Маклорена и найти радиус сходимости ряда

$$\text{а) } f(x) = (1+x)^n; \quad \text{б) } f(x) = \begin{cases} \frac{\sin x - x}{x^3} & \text{при } x \neq 0 \\ \lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin x - x}{x^3} & \text{при } x = 0 \end{cases}.$$

4. Решить задачи [Л1, с.783]:

14.41, 14.65, 14.69 **на дом** 14.66, 14.68, 14.70.

Практическое занятие 5

1. Проверка домашнего задания.
2. Повторение определений основных понятий темы.
3. Разложить в ряд Фурье в указанных интервалах следующие функции
 $f(x) = \cos ax$ в интервале $(-\pi, \pi)$;
на дом $f(x) = e^{ax}$ в интервале $(-h, h)$.

Контрольная работа.

Задача 1. Исследовать сходимость числового ряда

| | |
|------------------|------------------|
| Вариант 1 | Вариант 6 |
|------------------|------------------|

| | |
|---|--|
| $\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \frac{1}{\sqrt{n^3} \ln(n+1)}$ | $\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \frac{10^n}{12^n + n^2}$ |
| Вариант 2 $\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \ln\left(1 + \frac{1}{2n^2}\right)$ | Вариант 7 $\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \frac{\left(\frac{n+1}{n}\right)^n}{2^n}$ |
| Вариант 3 $\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \frac{\sqrt{n^2+1}}{n^5+2}$ | Вариант 8 $\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \frac{n! 5^n}{n^n}$ |
| Вариант 4 $\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \frac{1}{\ln(n+3)}$ | Вариант 9 $\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \frac{3^n}{n(3^n-4)}$ |
| Вариант 5 $\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \frac{3n^2+2n}{n^3+3n-1}$ | Вариант 10 $\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \frac{\left(\frac{n+1}{n}\right)^{n^2}}{3^n}$ |

Задача 2. Разложить функцию в ряд Маклорена и найти радиус сходимости ряда

| | |
|--|---|
| Вариант 1 $y = \sin \frac{x}{2}$ | Вариант 6 $y = \frac{e^x - 1}{x}$ |
| Вариант 2 $y = \frac{1}{1+x^4}$ | Вариант 7 $y = \sqrt{1+x^2}$ |
| Вариант 3 $y = x^2 e^{-2x}$ | Вариант 8 $y = \ln(6+x-x^2)$ |
| Вариант 4 $y = x \arctg x$ | Вариант 9 $y = \cos^2 x$ |
| Вариант 5 $y = \frac{x + \ln(1-x)}{x^2}$ | Вариант 10 $y = \frac{\ln(1+x)}{1+x}$ |

Тема 3. Функции нескольких переменных.

Практическое занятие 1

1. Проверка домашнего задания.
2. Повторение определений основных понятий темы.
3. Найти частные производные функций двух переменных

$$z = x^2 y - \cos^2 xy$$

Решить задачи [Л1, с.504]:

9.44, 9.46

на дом

9.47, 9.50.

4. Полагая, что произвольная функция f дифференцируема, проверить следующие равенства:

$$y \frac{\partial z}{\partial x} - x \frac{\partial z}{\partial y} = 0, \quad z = f(x^2 + y^2); \quad \text{на дом} \quad x^2 \frac{\partial z}{\partial x} - xy \frac{\partial z}{\partial y} + y^2 = 0, \quad z = \frac{y^2}{3x} + f(xy).$$

5. Найти полные дифференциалы функций

Решить задачи [Л1, с.505]:

9.54

на дом

9.55.

Практическое занятие 2

1. Проверка домашнего задания.
2. Повторение определений основных понятий темы.
3. Найти производные функций двух переменных по направлению

Решить задачи [Л1, с.505]:

9.60, 9.62

на дом

9.61, 9.63.

4. Найти величину и направление градиента функции в точке $M(x_0, y_0, z_0)$.

$$f(x, y, z) = \frac{1}{\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}}, \quad M(1, 2, 1).$$

$$\text{на дом} \quad f(x, y, z) = xyz, \quad M(1, 1, 1).$$

Решить задачи [Л1, с.505]:

9.64, 9.66

на дом

9.68.

Практическое занятие 3

1. Проверка домашнего задания.
2. Повторение определений основных понятий темы.
3. Найти критические точки функций и проверить в них выполнение достаточного условия локального экстремума

$$u = 2x^2 - xy + 2xz - y + y^3 + z^2.$$

Решить задачи [Л1, с.509]:

9.88 на дом 9.76, 9.84.

4. Используя метод множителей Лагранжа найти условный экстремум функции при заданных дополнительных условиях

$$f(x, y) = (x+3)^2 + (y+1)^2 \text{ при условии } y - 2x - 1 = 0;$$

$$\text{на дом} \quad f(x, y) = (x+1,5)^2 + (y+1)^2 \text{ при условии } x^2 + y^2 - 5 = 0.$$

Решить задачи [Л1, с.510]:

9.93, 9.98

на дом

9.99, 9.100.

Практическое занятие 4

1. Проверка домашнего задания.
2. Повторение определений основных понятий темы.
3. Вычислить двойные интегралы $\iint_G f(x, y) dx dy$ по области G , заданной границами J

$$\text{а) } f(x, y) = xy, \quad J = \{(x, y): y=0, y=x, x=1\};$$

$$\text{б) } f(x, y) = x + y^2, \quad J = \{(x, y): y=x, y=x^2\};$$

$$\text{на дом} \quad f(x, y) = x - y, \quad G(x, y) - \text{треугольник с вершинами } (1,1), (4,1), (4,4).$$

Решить задачи [Л1, с.643, 644]:

11.159

на дом

11.160.

Практическое занятие 5

1. Проверка домашнего задания.
2. Повторение определений основных понятий темы.
3. С помощью двойного интеграла найти площадь, ограниченную следующими кривыми:

$$xy=1, x+y=2,5; \quad \text{на дом} \quad y^2=2x+1, y^2=-2x+1.$$

Решить задачи с помощью двойного интеграла [Л1, с.622, 630]:

$$11.56a, e \quad \text{на дом} \quad 11.62, 11.68.$$

4. Найти объем цилиндриоида, основание которого находится на плоскости xOy и имеет границу J , а высота определяется функцией $h(x,y)$

$$J = \{(x, y) : y = 0, y = x, x = \pi/2\}; \quad h(x, y) = \sin x$$

$$\text{на дом} \quad J = \{(x, y) : y = 0, y = x, x = \pi/2\}; \quad h(x, y) = \sin x + \sin y$$

Практическое занятие 6

1. Проверка домашнего задания.
2. Повторение определений основных понятий темы.
3. Решить задачи на применение функций нескольких переменных в экономических задачах

[Л1, с.518, 519]:

$$9.113, 9.114, 9.116$$

$$\text{на дом} \quad 9.115, 9.117, 9.118, 9.120$$

Практическое занятие 7

1. Проверка домашнего задания и контрольных работ.

Контрольная работа.

Задача 1. Исследовать функции на экстремум

| | |
|---|---|
| Вариант 1 $z = x^3 y^2 (2 - x - y)$ | Вариант 6 $z = x^2 y^3 (1 - x - y)$ |
| Вариант 2 $z = x^3 y^2 (1 - x + y)$ | Вариант 7 $z = x^2 y^2 (1 - 2x - y)$ |
| Вариант 3 $z = e^{\frac{y}{2}} (x^2 + y)$ | Вариант 8 $z = e^{\frac{y}{2}} (x^2 - y)$ |
| Вариант 4 $z = e^x (y^2 - 2x)$ | Вариант 9 $z = e^x (y^2 + 2x)$ |
| Вариант 5 $z = xy - \ln(x + y)$ | Вариант 10 $z = -xy - \ln(x - y)$ |

Задача 2. Вычислить двойные интегралы $\iint_G f(x, y) dx dy$ по области G , заданной уравнениями границ

| | |
|--|--|
| Вариант 1 $\iint_G e^{xy} dx dy,$ $yx = 1, y = 0, x = 2, x = 3$ | Вариант 6 $\iint_G (\sqrt{x} + \sqrt{y}) dx dy,$ $y = x^2, y = 4x^2, x = 2$ |
| Вариант 2 $\iint_G \sin(x - y) dx dy,$ $y = x, y = 2x, x = \pi$ | Вариант 7 $\iint_G (x + y) dx dy,$ $x = y, x + y = \pi/2, y = 0$ |

| | |
|---|---|
| Вариант 3 $\iint_G xy^2 dx dy,$ $x = 0, y = 0, y = 1 - x$ | Вариант 8 $\iint_G \frac{1}{(x-y)^2} dx dy,$ $x = 1, x = 2, y = 3, y = 4$ |
| Вариант 4 $\iint_G \sin(2x + y) dx dy,$ $y = x, x + y = \pi/4, y = 0$ | Вариант 9 $\iint_G (3yx^2 - 2x) dx dy,$ $x = 0, x = 1, y = 1, y = 2$ |
| Вариант 5 $\iint_G xe^{xy} dx dy,$ $x = 0, x = 1, y = -1, y = 0$ | Вариант 10 $\iint_G \frac{y}{x} dx dy,$ $x = 1, x = e, y = 4, y = 6$ |

4.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации.

| Код компетенции | Наименование Компетенции | Код этапа освоения компетенции | Наименование этапа освоения компетенции |
|-----------------|--|--------------------------------|--|
| ОПК-2 | Способность находить организационно-управленческие решения, оценивать результаты и последствия принятого управленческого решения и готовность нести за них ответственность с позиций социальной значимости принимаемых решений | ОПК-2.1 | Способность анализировать и выбирать организационно-управленческие решения на основе экономико-математических методов и моделей |
| | | ОПК-2.2 | Способность оценивать последствия управленческих решений с позиций социальной значимости, используя математические методы и модели |

| Этап освоения компетенции | Показатель оценивания | Критерий оценивания |
|--|---|---|
| ОПК-2.1 Способность анализировать и выбирать организационно-управленческие решения на основе экономико-математических методов и моделей | Определяет типы организационно-управленческих решений. Определяет методы и модели принятия организационно-управленческих решений | Полно и аргументированно определены типы организационного управленческого решения. Определены адекватные ситуации методы организационно-управленческих решений |
| ОПК-2.2 Способность оценивать последствия управленческих решений с позиций социальной значимости, используя математические методы и | Оценивает последствия организационно-управленческих решений с позиций социальной значимости | Всесторонне оценены последствия различных управленческих решений в различных ситуациях профессиональной деятельности |

| Этап освоения компетенции | Показатель оценивания | Критерий оценивания |
|---------------------------|-----------------------|---------------------|
| модели | | |

Вопросы к экзамену (1 семестр)

1. Высказывания и основные операции над ними. Таблицы истинности.
2. Эквивалентные высказывания и логические законы.
3. Одноместные предикаты: основные понятия, использование кванторов общности и существования.
4. Двухместные предикаты: основные понятия, использование кванторов общности и существования.
5. Множества и основные операции над ними. Диаграммы Венна.
6. Прямое (декартово) произведение множеств.
7. Бинарные отношения. Обратное отношение. Графическое представление бинарных отношений.
8. Отношения эквивалентности. Свойства отношений. Разбиения множеств на классы.
9. Отношения порядка. Свойства отношений.
10. Отображения и их основные свойства. Виды отображений.
11. Понятие и способы задания числовой последовательности.
12. Понятие действительной функции действительной переменной. Способы задания функции. График функции.
13. Сложная и взаимно обратные функции.
14. Основные свойства функций. Примеры функций, используемых в экономике.
15. Предел числовой последовательности. Признаки существования предела последовательности.
16. Основные свойства сходящихся последовательностей.
17. Предел функции в бесконечности и в точке.
18. Непрерывность функции действительной переменной в точке. Свойства функций, непрерывных в точке.
19. Непрерывность функции действительной переменной на отрезке. Свойства функций, непрерывных на отрезке.
20. Два замечательных предела.
21. Производная функции и дифференциал.
22. Производные и дифференциалы высших порядков.
23. Геометрический и физический смысл производной и дифференциала.
24. Правила дифференцирования сумм, произведения и частного функций. Производная сложной и обратной функций.
25. Теоремы Ферма, Ролля, Лагранжа.
26. Теорема Коши. Правило Лопиталя.
27. Точки экстремума. Необходимое и достаточное условие локального экстремума функции.
28. Выпуклость и точки перегиба функции. Необходимое и достаточное условие перегиба функции.
29. Нахождение асимптот функции.
30. Уравнение касательной и нормали к графику функции в заданной точке.

Вопросы к экзамену (2 семестр)

1. Первообразная функции и неопределенный интеграл.
2. Свойства неопределенного интеграла.
3. Основные методы интегрирования.
4. Интегрирование рациональных дробей.
5. Понятие определенного интеграла.

6. Свойства определенного интеграла.
7. Определенный интеграл как функция верхнего предела.
8. Формула Ньютона-Лейбница.
9. Несобственные интегралы с бесконечными пределами. Признаки сходимости несобственных интегралов.
10. Несобственные интегралы от неограниченных функций. Признаки сходимости несобственных интегралов.
11. Геометрические приложения определенного интеграла.
12. Применение определенного интеграла в экономических задачах.
13. Понятие числового ряда. Основные свойства рядов.
14. Признаки сравнения для исследования сходимости числовых рядов с положительными членами.
15. Необходимый признак сходимости ряда. Признаки сходимости рядов с неотрицательными членами.
16. Абсолютная и условная сходимость знакопеременных рядов.
17. Признак сходимости Лейбница для знакочередующегося ряда.
18. Понятия функционального ряда. Равномерно сходящиеся ряды.
19. Свойства равномерно сходящихся рядов.
20. Степенные ряды. Свойства степенных рядов.
21. Степенные ряды. Теорема Абеля. Радиус сходимости степенного ряда.
22. Ряд Маклорена.
23. Ряд Тейлора.
24. Ряд Фурье.
25. Понятие функции нескольких переменных, предел и непрерывность функции.
26. Частные производные первого порядка и полный дифференциал функции нескольких переменных.
27. Производная по направлению, градиент функции.
28. Экстремумы функции многих переменных, необходимое и достаточное условие экстремума.
29. Условный экстремум. Нахождение условного экстремума методом множителей Лагранжа.
30. Кратные интегралы. Сведение кратного интеграла к повторному.
31. Геометрическая интерпретация двойного интеграла.
32. Использование функций нескольких переменных в экономических приложениях.

Шкала оценивания

Оценка знаний, умений, навыков проводится на основе балльно-рейтинговой системы: 30% из 100% (или 30 баллов из 100) - вклад в итоговую оценку по результатам промежуточной аттестации.

При оценивании ответа обучающегося в ходе промежуточной аттестации можно опираться на следующие критерии:

| Баллы | Критерий оценки |
|-------|--|
| 26-30 | Обучающийся показывает высокий уровень компетентности, знания программного материала, учебной, периодической и монографической литературы, законодательства и практики его применения, раскрывает не только основные понятия, но и анализирует их с точки зрения различных авторов. Обучающийся показывает не только высокий уровень теоретических знаний, но и видит междисциплинарные связи. Профессионально, грамотно, последовательно, хорошим языком четко излагает материал, аргументированно формулирует выводы. Знает в рамках требований к направлению и профилю подготовки законодательно-нормативную и практическую базу. На вопросы отвечает кратко, аргументировано, уверенно, по существу. |

| | |
|-------|---|
| 16-25 | Обучающийся показывает достаточный уровень компетентности, знания материалов занятий, учебной и методической литературы, законодательства и практики его применения. Уверенно и профессионально, грамотным языком, ясно, четко и понятно излагает состояние и суть вопроса. Знает нормативно-законодательную и практическую базу, но при ответе допускает несущественные погрешности. Обучающийся показывает достаточный уровень профессиональных знаний, свободно оперирует понятиями, методами оценки принятия решений, имеет представление: о междисциплинарных связях, увязывает знания, полученные при изучении различных дисциплин, умеет анализировать практические ситуации, но допускает некоторые погрешности. Ответ построен логично, материал излагается хорошим языком, привлекается информативный и иллюстрированный материал, но при ответе допускает некоторые погрешности. Вопросы не вызывают существенных затруднений. |
| 6-15 | Обучающийся показывает достаточные знания материалов занятий, но при ответе отсутствует должная связь между анализом, аргументацией и выводами. На поставленные членами комиссии вопросы отвечает неуверенно, допускает погрешности. Обучающийся владеет практическими навыками, привлекает иллюстративный материал, но чувствует себя неуверенно при анализе междисциплинарных связей. В ответе не всегда присутствует логика, аргументы привлекаются недостаточно веские. На поставленные вопросы затрудняется с ответами, показывает недостаточно глубокие знания. |
| 0-5 | Обучающийся показывает слабые знания материалов занятий, учебной литературы, законодательства и практики его применения, низкий уровень компетентности, неуверенное изложение вопроса. Обучающийся показывает слабый уровень профессиональных знаний, затрудняется при анализе практических ситуаций. Не может привести примеры из реальной практики. Неуверенно и логически непоследовательно излагает материал. Неправильно отвечает на вопросы или затрудняется с ответом. |

Шкала перевода из многобалльной системы в традиционную:

- обучающемуся выставляется оценка «неудовлетворительно» если обучающийся набрал менее 50 баллов,
- оценка «удовлетворительно» выставляется при условии, если обучающийся набрал от 50 до 65 баллов;
- оценка «хорошо» выставляется при условии, если обучающийся набрал от 66 до 75 баллов;
- оценка «отлично» выставляется при условии, если обучающийся набрал от 76 до 100 баллов.

100 баллов выставляется при условии выполнения всех требований, а также при обязательном проявлении творческого отношения к предмету, умении находить оригинальные, не содержащиеся в учебниках ответы, умении работать с источниками, которые содержатся дополнительной литературе к курсу, умении соединять знания, полученные в данном курсе со знаниями других дисциплин.

4.4. Методические материалы

Процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций проводятся в соответствии с Уставом Академии (утв. Постановлением Правительства Российской Федерации от 12.05.2012 г. N 473), Положением о текущем контроле успеваемости обучающихся и промежуточной аттестации обучающихся в РАНХиГС (утв. Приказом ректора от 30.01.2018 г. № 02-66), Порядке организации и проведения практики обучающихся, осваивающих образовательные программы высшего образования (утв. Приказом ректора от 22.01.2018 г. №02-28).

Решение задач является одним из основных способов проверки усвоения знаний обучающимися. Основные критерии оценки решения задачи: выбор метода; правильность решенной задачи; полнота и глубина решения; логика решения, использование специальной терминологии.

5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Занятия по дисциплине представлены следующими видами работ: лекциями, практическими занятиями, самостоятельной работой обучающихся.

Подготовка к занятиям должна носить систематический характер. Это позволит обучающемуся в полном объеме выполнить все требования преподавателя. Обучающимся рекомендуется изучать как основную, так и дополнительную литературу, а также знакомиться с Интернет-источниками (список приведен в рабочей программе по дисциплине).

Методические указания для обучающихся по подготовке к лекционным занятиям. Занятия лекционного вида дают систематизированные знания о наиболее сложных и актуальных проблемах изучаемой дисциплины.

Осуществляя учебные действия на лекционных занятиях, обучающиеся должны внимательно воспринимать материал, подготовленный преподавателем, мыслить, добиваться понимания изучаемого предмета. Обучающиеся должны аккуратно вести конспект. В случае недопонимания какой-либо части предмета следует в установленном порядке задать вопрос преподавателю. В процессе работы на лекции необходимо так же выполнять в конспектах модели изучаемого предмета (рисунки, схемы, чертежи и т.д.), которые использует преподаватель.

Самостоятельная подготовка обучающихся при подготовке к занятиям лекционного вида включает в себя:

- доработку конспекта лекции, которую желательно осуществлять в тот же день, пока материал еще легко воспроизводим в памяти (через 10 часов после лекции в памяти остается не более 30-40% материала). Необходимо прочитать записи, расшифровать сокращения, доработать схемы, рисунки, таблицы;
- повторение изученного на предыдущем занятии материала.

Методические указания по подготовке к практическим занятиям. При подготовке к практическому занятию обучающемуся необходимо:

- 1) просмотреть условия предлагаемых для решения задач и определить по рекомендуемому учебнику раздел изучаемой темы, к которому они относятся;
- 2) изучить теоретический материал по данному разделу по конспекту лекции;
- 3) ознакомиться с соответствующими теоретическим и практическим разделами рекомендованной литературы с целью определения методов решения задач;
- 4) определить методы реализации решения предложенных задач в среде Excel;
- 4) решить задачи, предложенные к занятию;
- 5) составить перечень вопросов, по задачам, вызывающих затруднения, неясности или сомнения, обсудить их с другими обучающимися перед занятием или с преподавателем на занятии;
- 6) внимательно следить за ходом решения другими обучающимися задач у доски и записывать это решение, если не удалось решить задачу самостоятельно,
- 7) задавать вопросы, участвовать в обсуждении решения предложенных задач.

Методические указания по выполнению домашних заданий. Домашние задания необходимо выполнять в день их получения. Выполнение письменных заданий нужно начинать с повторения теоретического материала, т.е. с работы над учебником. Приступая к выполнению домашнего задания следует внимательно просмотреть те задачи, которые выполнялись по изучаемой теме на семинарском занятии, и продумать, какие теоретические положения использовались в процессе их выполнения.

Целесообразно материал лекции прорабатывать по свежей памяти (нельзя откладывать, так как содержание лекции будет забыто);- Работая над конспектом, полезно

делать ссылки на литературу (это понадобится при подготовке к экзаменам) и вносить необходимые дополнения, а возможно, и исправления. Работа над темой должна продолжаться до полного понимания и запоминания материала. Если после работы над темой останутся неясные вопросы, то задать их преподавателю на очередной лекции.

Методические указания для обучающихся по выполнению контрольных работ.

Контрольная работа является самостоятельной практической работой студента, призванной определить степень освоения им знаний и навыков, полученных им в процессе изучения дисциплины. Выполняется самостоятельно дома.

Каждая задача выполняется на отдельном листе формата А4, которые скрепляются скрепкой или помещаются в файл. Если при проверке задачи преподавателем обнаружены ошибки, то они исправляются на том же или следующем листе. Заново переписывать задачу не надо.

Каждая из задач оценивается соответствующим количеством баллов:

4 балла за верное решение задачи в срок не более чем с одним исправлением;

3 балла за верное решение задачи в срок с двумя и более исправлениями;

2 балла за верное решение задачи не более чем с одним исправлением после срока,

1 балл за верное решение задачи с двумя и более исправлениями после срока.

Срок сдачи задания

Сроки зачета заданий (с учетом исправления ошибок) – .6, 11 и 16 недели.

Допускается и рекомендуется сдача задания по частям.

Методические указания по организации самостоятельной работы обучающихся. Наряду с прослушиванием лекций и участием в обсуждении проблем на практических занятиях, учебный план предусматривает самостоятельную работу.

Эта работа складывается из изучения литературы, в том числе в связи с подготовкой к практическим занятиям, выполнения других заданий преподавателя.

Основным элементом этой работы является изучение основных разделов дисциплины, содержащейся в программе по этой дисциплине, с использованием записей лекций преподавателя, ведущего курс, и рекомендуемой программой (а в ряде случаев и дополнительно преподавателем) литературы – учебников и учебных пособий, монографий и статей по отдельным проблемам данной науки.

Приступая к изучению той или иной темы, выделяемой по предметно-систематизированному принципу, нужно по отдельности и последовательно рассмотреть каждую из частей, из которых состоит тема. При изучении курса, обучающиеся должны уметь пользоваться и научной литературой для самостоятельной подготовки к занятиям.

Без ясного понимания основных понятий образовательный процесс усложняется. Для повышения эффективности обучения необходимо использовать существующие терминологические справочники и толковые словари.

Вопросы для самостоятельного изучения

1. Двухместные предикаты: основные понятия, использование кванторов общности и существования.
2. Множества и основные операции над ними. Диаграммы Венна.
3. Сложная и взаимно обратные функции.
4. Основные свойства функций. Примеры функций, используемых в экономике.
5. Предел числовой последовательности. Признаки существования предела последовательности.
6. Предел функции в бесконечности и в точке.
7. Непрерывность функции действительной переменной в точке. Свойства функций, непрерывных в точке.
8. Непрерывность функции действительной переменной на отрезке. Свойства функций, непрерывных на отрезке.

9. Два замечательных предела.
10. Производные и дифференциалы высших порядков.
11. Теорема Коши. Правило Лопиталя.
12. Нахождение асимптот функции.
13. Уравнение касательной и нормали к графику функции в заданной точке.
14. Первообразная функции и неопределенный интеграл.
15. Свойства неопределенного интеграла.
16. Основные методы интегрирования.
17. Несобственные интегралы с бесконечными пределами. Признаки сходимости несобственных интегралов.
18. Несобственные интегралы от неограниченных функций. Признаки сходимости несобственных интегралов.
19. Применение определенного интеграла в экономических задачах.
20. Понятие числового ряда. Основные свойства рядов.
21. Абсолютная и условная сходимость знакопеременных рядов.
22. Признак сходимости Лейбница для знакочередующегося ряда.
23. Понятия функционального ряда. Равномерно сходящиеся ряды.
24. Свойства равномерно сходящихся рядов.
25. Степенные ряды. Свойства степенных рядов.
26. Степенные ряды. Теорема Абеля. Радиус сходимости степенного ряда.
27. Ряд Фурье.
28. Понятие функции нескольких переменных, предел и непрерывность функции.
29. Частные производные первого порядка и полный дифференциал функции нескольких переменных.
30. Производная по направлению, градиент функции.
31. Геометрическая интерпретация двойного интеграла.
32. Использование функций нескольких переменных в экономических приложениях.

6. Учебная литература и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", включая перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Основная литература

1. Н. Ш. Кремер, Б. А. Путко, И. М. Тришин. Математический анализ в 2 ч. :учебник и практикум для академического бакалавриата. Часть 1 : М.: Изд-во Юрайт, 2018. - режим доступа: <https://www.biblio-online.ru/book/A02D224A-69C5-4DDD-99C7-8383D5331A28>, Часть 2 : М.: Изд-во Юрайт, 2018. - режим доступа: <https://www.biblio-online.ru/book/971619EF-7196-46F3-9C56-028E4108899C>
2. Попов А.М., Сотников В.Н. Высшая математика для экономистов: учебник и практикум для прикладного бакалавриата/ А.М. Попов, В.Н. Сотников. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Издательство Юрайт, 2014. — 566 с. — (Бакалавр. Прикладной курс).— <https://www.biblio-online.ru/viewer/4AC6D210-49AB-4D97-8E60-C4D12ADCBF32#page/2>

6.2. Дополнительная литература

1. Красс М.С., Чупрынов Б.П. Математика для экономистов : учебное пособие.- СПб.: Питер, 2010.- 464с.
2. Кудрявцев Л.Д., Кутасов А.Д. и др. Сборник задач по математическому анализу: Учебное пособие. В 3 т. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011.
3. Математика в экономике: Учебник: В 3-х ч. Ч. 2. / А.С. Солодовников, В.А. Бабайцев, А.В. Браилов, И.Г. Шандра. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Финансы и статистика; ИНФРА-М, 2010.

4. Митрохин С.И., Прошкина А.В. и др. Задачи и упражнения по математическому анализу и дифференциальным уравнениям: учебное пособие. – М.: Интернет-Университет Информационных Технологий; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010.

5. Общий курс высшей математики для экономистов: Учебник / Под ред. В.И. Ермаков. - М.: ИНФРА-М, 2010.

6. Учебно-методическое пособие по математике. Математическая логика. Дискретная математика. Линейная алгебра / Под ред. А.Н. Данчула. М.: Изд-во РАГС, 2004.

6.3. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

1. Кузнецов И.Н. Рефераты, курсовые и дипломные работы. Методика подготовки и оформления [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие/ Кузнецов И.Н.— Электрон. текстовые данные.— М.: Дашков и К, 2013.— 340 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/10962.html>.— ЭБС «IPRbooks».

2. Кузнецов И.Н. Рефераты, курсовые и дипломные работы. Методика подготовки и оформления [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие/ Кузнецов И.Н.— Электрон. текстовые данные.— М.: Дашков и К, 2016.— 340 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/60500.html>.— ЭБС «IPRbooks».

3. Громкова М.Т. Педагогика высшей школы [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов педагогических вузов/ Громкова М.Т.— Электрон. текстовые данные.— М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2015.— 446 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/52045.html>.— ЭБС «IPRbooks».

4. Образовательные инновации и практики карьеры: сборник методических материалов и статей. — М.: Издательский дом. «Дело» РАНХиГС, .— 192с.

6.4. Нормативные правовые документы

1. Федеральный закон «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» (принят Государственной Думой 8.07.2006) № 149-ФЗ// «Российская газета» от 29.07.2006, № 165.

2. Распоряжение правительства России от 24 декабря 2013 года № 2506-р о концепции развития математического образования в Российской Федерации. //»Собрание законодательства РФ, 13.01.2014, № 2 (часть I) ст. 148.

3. Об образовании в Российской Федерации: Федеральный закон от 29.12.2012 №273-ФЗ (с последующими изменениями и дополнениями).

4. Федеральный государственный образовательный стандарт 38.03.01 Экономика (уровень бакалавриата), утвержден приказом Министерством образования и науки России от 12 ноября 2015 г.№ 1327 (зарегистрировано в Минюсте России 30 ноября 2015г., регистрационный номер 39906).

5. Образовательный стандарт Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ (утв. приказом ректора Академии от 18 августа 2016 г. № 01-4567).

6.5. Интернет-ресурсы

1. Система «Гарант», правовые базы российского законодательства. Режим доступа: www.garant.ru

2. Общероссийская сеть распространения правовой информации («Консультант плюс»). Режим доступа: www.consultant.ru

3. Конституции зарубежных стран Режим доступа: <http://worldconstitutions.ru>

4. Национальная электронная библиотека. Режим доступа: <http://www.rusneb.ru>

5. Электронный фонд Российской национальной библиотеки (РНБ). Режим доступа: <http://leb.nlr.ru>

6. Электронная библиотека Российской государственной библиотеки (РГБ). Режим доступа: <http://elibrary.rsl.ru/>

7. Научная электронная библиотека ГПНТБ (каталог Государственной Публичной научно-технической библиотеки) России. Режим доступа: <http://ellib.gpntb.ru/>
8. Каталог Научной Библиотеки МГУ. Режим доступа: <http://search.nbmgu.ru/search/>
9. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU. Режим доступа: <http://www.elibrary.ru/>
10. Google Directory – Math (directory.google.com/Top/Science/Math). Каталог математических ресурсов, упорядоченных по типу и тематике. Содержит ссылки на более чем 12000 веб-сайтов.
11. <http://ecsocman.hse.ru/net/16000049/> – Федеральный образовательный портал ЭСМ (экономика, социология, менеджмент).
12. <http://www.nlr.ru/> – Российская национальная библиотека
13. <https://нэб.пф/> – Национальная электронная библиотека
14. <http://www.rsl.ru/> – Российская государственная библиотека
15. <http://econom.nsc.ru/jep/> Виртуальная экономическая библиотека
16. <http://www.searchengines.ru/> – Библиотека поисковых систем

6.6. Иные источники

1. Основы математического анализа. Г.М. Фихтенгольц. Т.1.-Лань.-Спб.-2008.-461с.,Т.2.-Лань 2015.-Спб.-448с.
2. Сборник задач и упражнений по математическому анализу.. Б.П.Демидович.-Астрель.-М.:2003.-559 с.
3. Энциклопедия экономиста <http://www.grandars.ru/>
4. Банк задач.ru <http://bankzadach.ru/>
5. Математика. Интерактивный обучающий курс - <http://math.immf.ru/>

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

Для проведения занятий по дисциплине необходимо следующее материально-техническое обеспечение:

- лекционные аудитории, оборудованные видеопроекторным оборудованием для презентаций в среде Power Point и экраном, средствами звукоусиления;
- учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации,
- для самостоятельной работы: читальные залы библиотеки.

Программное обеспечение: MS Excel, MS Power Point (версии не ранее 2007 г.), браузер для выхода в интернет.

Информационные справочные системы: Научная библиотека РАНХиГС. URL: <http://lib.ranepa.ru/>; Научная электронная библиотека eLibrary.ru. URL: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>; Национальная электронная библиотека. URL: www.nns.ru; Российская государственная библиотека. URL: www.rsl.ru; Российская национальная библиотека. URL: www.nnir.ru; Электронная библиотека Grebennikon. URL: <http://grebennikon.ru/>; Электронно-библиотечная система Издательства «Лань». URL: <http://e.lanbook.com>; Электронно-библиотечная система ЮРАЙТ. URL: <http://www.biblio-online.ru/>; Электронно-библиотечная система ЭБС IPRBOOKS: <http://iprbookshop.ru/>.