Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Министерство науки, высшего образования и инноваций Кыргызской Республики
Межгосударственная образовательная организация высшего образования
Кыргызско-Российский Славянский университет имени первого Президента Российской Федерации Б.Н. Ельцина
Политехнический институт
Высшая школа цифровых технологий

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ по дисциплине

ОСНОВЫ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО АНАЛИЗА

Уровень высшего образования
БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки
01.03.02 - РФ, 510200 - КР, Прикладная математика и информатика
(код и наименование направления подготовки)

Квалификация
Бакалавр

Бишкек 2026

Фонд оценочных средств предназначен для контроля знаний обучающихся по направлению подготовки (специальности)« Прикладная математика и инфор матика» по дисциплине

«ОСНОВЫ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО АНАЛИЗА»

Наименование

Фонд оценочных средств рассмотрен и утвержден на заседании высшей школы

Цифровые технологии

наименование высшей школы

Протокол №1 от «02» 09. 2026г.

Директор высшей школы Цифровых технологий



Хмелева Ирина Владимировна

наименование кафедры *подпись* *расшифровка подписи*

Руководитель образовательной программы

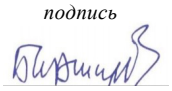
Доулбекова Салтанат Байызбековна Доцент 

ФИО *должность* *подпись*

Исполнители:

Профессор  Керимбеков Акылбек

должность *подпись* *расшифровка подписи*

Доцент  Аширбаев Бейшембек Ыбышевич

должность *подпись* *расшифровка подписи*

Раздел 1. Перечень компетенций, с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Виды оценочных средств/ шифр раздела в данном документе
ОПК-1. Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	**Знать:** -математические понятия, аксиомы, методы доказательств теорем; -основные свойства математических и физических объектов; -основные аналитические и численные методы решения математических задач; –основные законы естественных наук;	Блок A, D - задания репродуктивного уровня –Устный опрос
	Уметь: -ориентироваться в постановках фундаментальных, прикладных математических задач и задач естественных наук прикладного характера и оценивать их корректность; составить математическую модель прикладных задач естественных наук; - применять основные математические и численные методы при решении прикладных задач; - строго доказывать теоремы, леммы и выводов ; - опровергать утверждение противоречащее основным известным математическим понятиям, законам и выводам; - проводить фундаментальные исследования в области математики и естественных наук; - анализировать математические методы и разработать новые конструктивные методы исследования фундаментальных и прикладных задач;	Блок B, D - задания реконструктивного уровня – Решение практических заданий
	Владеть: - культурой постановки, решения и анализа математических задач и прикладных задач естественных наук;	Блок C, D - задания практикоориентированного и/или

	- предметным языком математики и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов; - -навыками самостоятельной работы и освоение новых дисциплин;	исследовательского уровня -Контрольные работы - Презентация по выполнению задания

Раздел 2. Технологическая карта дисциплины

Технологическая карта дисциплины
«Основы функционального анализа»

Курс/семестр: 3/5
Количество кредитов(ЗЕ): 3
Отчетность: Зачет с оценкой

Название модулей дисциплины согласно РПД	Контроль	Форма контроля	зачетный минимум	зачетный максимум	график контроля
Модуль 1					
Элементы теории множеств. Топологические пространства	Текущий контроль	Активность, посещаемость, решение задач	2	4	3 неделя
	Рубежный контроль	Контрольная работа	6	10	
Модуль 2					
Компактные пространства и их непрерывные отображения	Текущий контроль	Активность, посещаемость, решение задач	2	4	7 неделя
	Рубежный контроль	Контрольная работа	6	10	
Модуль 3					
Метрические пространства	Текущий контроль	Активность, посещаемость, решение задач	2	4	11 неделя
	Рубежный контроль	Контрольная работа	6	10	
Модуль 4					
Линейные пространства.	Текущий контроль	Активность, посещаемость, решение задач	2	4	14 неделя
	Рубежный	Контрольная работа	6	10	
	Текущий контроль	Активность, посещаемость, решение задач	2	4	17
	Рубежный контроль	Контрольная работа	6	10	
ВСЕГО за семестр			40	70	18-19 недели
Промежуточный контроль (Экзамен)			20	30	

Семестровый рейтинг по дисциплине	60	100

Модуль	логически завершенная часть дисциплины
Текущий контроль	самостоятельная работа студента, посещаемость и активность на занятиях
Рубежный контроль	проверка полноты знаний и умений по материалу модуля в целом
Промежуточный контроль	завершенная задокументированная часть учебной дисциплины - совокупность тесно связанных между собой модулей дисциплины.

Раздел 3. Типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки планируемых результатов обучения по дисциплине. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания.

Блок А

Тест: Уравнения математической физики (УМФ)

Раздел 1: Классификация и основные понятия

1. **Что такое дифференциальное уравнение?**
   а) уравнение, содержащее интеграл заданной функции
   б) уравнение без производных
   в) алгебраическое уравнение
   г) уравнение, содержащее независимую переменную, искомую функцию, производные этой функции

2. **Если неизвестная функция зависит от нескольких независимых переменных, то дифференциальное уравнение называется …**
   А) линейным
   Б) обыкновенным
   В) в частных производных

Г) интегральным

3. **Если неизвестная функция зависит от одной независимой переменной, то дифференциальное уравнение называется …**

А) линейным

Б) обыкновенным

В) в частных производных

Г) интегральным

4. **Какого порядка уравнение $\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial t^2}$?**

- А) Первого
- **Б) Второго**
- В) Третьего
- Г) Нулевого

5. **Уравнение теплопроводности $\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial t^2}$ относится к типу:**

- А) Гиперболическому
- **Б) Параболическому**
- В) Эллиптическому
- Г) Гармоническому

6. **Волновое уравнение относится к типу:**

- **А) Гиперболическому**
- Б) Параболическому
- В) Эллиптическому
- Г) Стационарному

7. **Характеристическое уравнение используется для:**

- А) Нахождения только частных решений
- **Б) Классификации уравнений и приведения их к каноническому виду**
- В) Определения массы струны
- Г) Вычисления интеграла вероятности

8. **Линейное уравнение в частных производных — это уравнение, в котором:**

- А) Нет производных выше первого порядка
- **Б) Неизвестная функция и её производные входят линейно**
- В) Коэффициенты являются только константами
- Г) Графиком решения является прямая линия

9. **Уравнение называется однородным, если:**

- А) Все коэффициенты равны 1
- Б) Оно не имеет решения
- **В) Свободный член/правая часть равен нулю**
- Г) Оно описывает однородную среду

10. Общий вид обыкновенного дифференциального уравнения n −го порядка …

А)$\boldsymbol{F(x,y,y',\dots,y^{(n)})=0}$

Б)$F(y,y',\dots,y^{(n)})=0$

В)$F(x)=0$

Г) $F(x,y)=0$

11. Дифференциальное уравнение в частных производных первого порядка

А)$\boldsymbol{x\frac{dz}{dx}+y\frac{dz}{dy}=y}$

Б)$F(y,y',\dots,y^{(n)})=0$

В)$F(x)=y$

Г) $\boldsymbol{x\frac{dz}{dx}+y\frac{dz}{dy}=0}$

12. Дифференциальное уравнение в частных производных второго порядка

А)$\boldsymbol{u_t'=9u_x''}$

Б)$F(y,y',\dots,y^{(n)})=0$

В)$F(x)=y$

Г) $x\frac{dz}{dx}+y\frac{dz}{dy}=0$

13. Интегральная кривая - это …

А) график всякого решения дифференциального уравнения

Б) график дифференциального уравнения

В) график неравенства

Г) график окружности

14. **Как выглядит квазилинейное дифференциальное уравнение:**

А) $\boldsymbol{a(x,y)\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}+2b(x,y)\frac{\partial^2 u}{\partial x\partial y}+c(x,y)\frac{\partial^2 u}{\partial y^2}+\Phi(x,y,u(x,u),\frac{\partial u}{\partial x},\frac{\partial u}{\partial y})=0}$

Б) $F(x,y,y',\dots,y^{(n)})=0$

В) $F(x,y)=0$

Г) $F'(x,y)=0$

15. **Как выглядит характеристическое уравнение для квазилинейноего дифференциального уравнения:**

А) $\boldsymbol{ady-(b-\sqrt{b^2-ac})dx=0}$

Б) $a(x,y)\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}+2b(x,y)\frac{\partial^2 u}{\partial x\partial y}+c(x,y)\frac{\partial^2 u}{\partial y^2}+\Phi(x,y,u(x,u),\frac{\partial u}{\partial x},\frac{\partial u}{\partial y})=0$

В) $ady+(b-\sqrt{b^2-ac})dx=1$

Г) $ady+(b-\sqrt{b^2-ac})dx=-1$

Раздел 2: Гиперболические уравнения (Колебания)

16. **Какое физическое явление описывает одномерное волновое уравнение?**

- А) Остывание стержня
- **Б) Свободные колебания струны**
- В) Распределение электрического потенциала
- Г) Диффузию газа

17. **Формула Даламбера дает решение для:**

- А) Уравнения теплопроводности
- Б) Задачи Дирихле
- **В) Задачи Коши для бесконечной струны**
- Г) Колебаний мембраны в круге

18. **Сколько начальных условий требуется для однозначного решения волнового уравнения?**

- А) Одно (значение функции)
- **Б) Два (значение функции и её производная по времени — начальная скорость)**
- В) Три
- Г) Начальные условия не требуются

19. **Метод Фурье также называют:**

- А) Методом характеристик
- **Б) Методом разделения переменных**
- В) Методом малого параметра
- Г) Методом функции Грина

20. **Собственные функции задачи о колебании струны с закрепленными концами имеют вид:**

- А) Экспонент
- Б) Полиномов Чебышева
- **В) Синусов и косинусов**
- Г) Функций Бесселя

21. **В методе Фурье решение ищется в виде:**

- А) u(x, t) = X(x) / T(t)
- **Б) u(x, t) = X(x) * T(t)**
- В) u(x, t) = f(x - at)
- Г) u(x, t) = e^{x+t}

Раздел 3: Параболические уравнения (Теплопроводность)

22. **Какое физическое свойство отражает уравнение теплопроводности?**

- А) Сохранение импульса
- **Б) Необратимость процесса во времени**

- В) Наличие волнового фронта
- Г) Отсутствие источников энергии

23. **Принцип максимума для уравнения теплопроводности утверждает, что:**

- А) Температура всегда растет
- **Б) Максимальное значение температуры достигается либо в начальный момент, либо на границе**
- В) Температура не может быть отрицательной
- Г) Максимум всегда находится в центре стержня

24. **Если концы стержня теплоизолированы, то:**

- А) u(0, t) = 0$
- **Б) u_x(0, t) = 0 , u_x (L, t) = 0**
- В) u(x, t) = e^t
- Г) Поток бесконечен

25. **Метод разделения переменных (Фурье) приводит уравнение теплопроводности к:**

- А) Алгебраическому уравнению
- **Б) Обыкновенному дифференциальному уравнению (ОДУ)**
- В) Интегральному уравнению
- Г) Уравнению в конечных разностях

Раздел 4: Эллиптические уравнения (Потенциал)

26. **Решения уравнения Лапласа называются:**

- А) Выпуклыми функциями
- **Б) Гармоническими функциями**
- В) Волновыми пакетами
- Г) Целыми функциями

27. **Теорема о среднем для гармонических функций гласит:**

- **А) Значение функции в центре шара равно среднему значению функции по его поверхности**
- Б) Среднее значение всегда равно нулю
- В) Функция равна среднему арифметическому своих производных
- Г) Значение функции в точке равно значению на бесконечности

28. **Внутренняя задача Дирихле для уравнения Лапласа состоит в нахождении функции по:**

- **А) Её значениям на границе области**
- Б) Её производной на границе
- В) Её значениям в одной точке
- Г) Интегралу от функции

29. **Внешняя задача Дирихле ставится для:**

- А) Ограниченной области
- **Б) Области, дополняющей ограниченную до всего пространства**
- В) Только для плоских фигур
- Г) Только в полярных координатах

30. **Условие разрешимости задачи Неймана для уравнения Лапласа:**

- **А) Интеграл от заданной производной по границе должен быть равен нулю**
- Б) Граница должна быть гладкой
- В) Функция должна быть положительной
- Г) Условий нет

31. **Метод сеток — это:**

- А) Аналитический метод
- **Б) Численный метод решения УМФ**
- В) Метод классификации
- Г) Способ визуализации решения

32. **Функция Грина используется для:**

- А) Разделения переменных
- **Б) Представления решения неоднородного уравнения через интеграл по области и границе**
- В) Доказательства сходимости рядов
- Г) Классификации типа уравнения

---

33. **Спектр задачи Штурма-Лиувилля — это:**

- А) График функции
- **Б) Множество всех собственных значений λ**
- В) Набор начальных условий
- Г) Область определения оператора

34. **Равномерная сходимость ряда Фурье гарантирует:**

- А) Что решение равно нулю
- **Б) Непрерывность суммы ряда**
- В) Возможность деления на ноль
- Г) Ортогональность векторов

35. **Если дискриминант B^2 - AC > 0 для уравнения** $Au_{xx} + Bu_{xy} + Cu_{yy} + \cdots = 0$**, то тип:**

- **А) Гиперболический**
- Б) Параболический
- В) Эллиптический

- Г) Вырожденный

36. **Если дискриминант B^2 - AC = 0 для уравнения**
$Au_{xx} + Bu_{xy} + Cu_{yy} + \cdots = 0$**, то тип:**

- А) Гиперболический
- **Б) Параболический**
- В) Эллиптический
- Г) Вырожденный

37. **Если дискриминант B^2 - 4AC < 0 для уравнения**
$Au_{xx} + Bu_{xy} + Cu_{yy} + \cdots = 0$**, то тип:**

- А) Гиперболический
- Б) Параболический
- **В) Эллиптический**
- Г) Вырожденный

Вопросы для устного опроса:

Раздел 1. Элементы теории множеств. Топологические пространства

1. Пересечение двух множеств
2. Объединение двух множеств
3. Разностью двух множеств
4. Произведение двух множеств
5. Мощность множества
6. Счетные множества
7. Открытый шар

Раздел 2. Компактные пространства и их непрерывные отображения

1. Подпокрытие множества
2. Компактные пространство
3. Непрерывное отображение
4. Критерий компактности
5. Всюду компактность
6. Теорема Тихонова о произведении компактных пространств

Раздел 3. Метрические пространства

1. Метрическое пространство, метрика

2. Непрерывные отображения.
3. Открытое множество
4. Замыкание
5. Замкнутое множество
6. Сходимость последовательности
7. Полное метрическое пространство

Раздел 4. Линейные пространства.
1. Линейные пространства. Примеры
2. Нормированные пространства. Примеры
3. Норма
4. Пространства Банаха
5. Теорема Рисса-Фишера
6. Гильбертовы пространства

Раздел 5. Топологические линейные пространства.
1. Локальная выпуклость
2. Счетно- нормированные пространства
3. Линейные функционалы на нормированных пространствах
4. Сопряженное пространство
5. Сильные и слабые топологии

Блок С
ДЕМОНСТРАЦИОННЫЕ ВАРИАНТЫ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

Раздел 1. Элементы теории множеств. Топологические пространства.

Теоретические вопросы:

1. Пересечение двух множеств
2. Объединение двух множеств
3. Разностью двух множеств
4. Произведение двух множеств
5. Мощность множества
6. Счетные множества
7. Открытый шар

Пример практического индивидуального задания

№1. Доказать: а) $A \subset B \Leftrightarrow A \setminus B = A$ б) $A \supset B \Leftrightarrow A \setminus B = B$

№2. Доказать:

а) $A \setminus (B \setminus C) = (A \setminus B) \cup (A \cap C)$
б) $(A \setminus B) \setminus C = (A \setminus C) \setminus (B \setminus C)$
в) $A \cup (B \setminus C) = (A \cup B) \setminus C$

№3. Доказать:

а) $A \times (B \cup C) = (A \times B) \cup (A \times C)$ *б)* $(B \cup C) \times A = (B \times A) \cup (C \times A)$
в) $(A \times B) \cap (C \times D) = (A \cap C) \times (B \cap D)$ *г)* $(A \times B) \cup (C \times D) = (A \cup C) \times (B \cup D)$

Раздел 2. Компактные пространства и их непрерывные отображения

Теоретические вопросы:

1. Подпокрытие множества
2. Компактные пространства
3. Непрерывное отображение
4. Критерий компактности
5. Всюду компактность
6. Теорема Тихонова о произведении компактных пространств

Пример практического индивидуального задания

№1. Пусть оператор $A: C[0,1] \to C[0,1]$ определен по формуле $AX(t) = \int_0^1 e^{ts} X(s)\,ds$. Является ли этот оператор компактным?

№2. $A: L_2[a,b] \to L_2[a,b]$, (L_2 - пространство полное, Евклидово или гильбертово) определяется по формуле $AX(t) = \int_0^1 X(t)\,dt$. Докажите, что оператор А является компактным.

Раздел 3. Метрические пространства.

Теоретические вопросы:

1. Метрическое пространство, метрика
2. Непрерывные отображения.
3. Открытое множество
4. Замыкание
5. Замкнутое множество
6. Сходимость последовательности
7. Полное метрическое пространство

Пример практического индивидуального задания

№1. Доказать, что

а) $\rho(x,y)=\begin{cases}0, x=y\\ \dfrac{1}{K_0(x,y)}, x\neq y\end{cases}$ есть метрика

б) Аксиома треугольника выполняется в усиленной форме определения 6

$\rho(x,z)\le \max\ \rho(x,y),\rho(y,z)$

в) если $\rho(x,y)\neq\rho(y,z)$, то $\rho(x,z)=\max\ \rho(x,y),\rho(y,z)$

№2 Пусть на множестве $X\times X$ заданы две метрики $\rho(x,y)$ и $d(x,y)$ для любых $x,y\in X$.

Являются ли метрикой следующие конструкции:

a) $\rho(x,y)+d(x,y)$;
b) $\rho(x,y)-d(x,y)$;
c) $\rho(x,y)\cdot d(x,y)$;

Раздел 4. Линейные пространства.

Теоретические вопросы:

1. Линейные пространства. Примеры
2. Нормированные пространства. Примеры
3. Норма
4. Пространства Банаха
5. Теорема Рисса-Фишера
6. Гильбертовы пространства

Пример практического индивидуального задания

№1. Рассмотрим пространство R^n, $x\in R^n$. $X=(x^1,...,x^n)$. Будет ли R^n нормированным, если $\|x\|=\sqrt{\sum_{k=1}^{n}(x_k)^2}$.

№2. Рассмотрим пространство $C[a,b]$, $x(t)\in C[a,b], t\in[a,b]$, $\|x(t)\|=\max\limits_{a\le t\le b}|x(t)|$. Доказать, что $\|x(t)\|$ - норма.

№3. Доказать, исходя из аксиомы нормы справедливость неравенства:

$\|\|x\|-\|y\|\|<\|x-y\|$

Раздел 5. Линейные пространства.

Теоретические вопросы:

1. Локальная выпуклость
2. Счетно- нормированные пространства
3. Линейные функционалы на нормированных пространствах
4. Сопряженное пространство
5. Сильные и слабые топологии

Пример практического индивидуального задания

№1. Рассмотрим пространство $L_2[-1,1]$ - пространство Лебега. $x(t) \in L_2[-1,1]$, $\int_{-1}^{1} |x(t)|^2 \, dt < \infty$, $\|x(t)\| = \sqrt{\int_{-1}^{1} |x(t)|^2 \, dt}$. Является ли это пространство банаховым?

№2. Рассмотрим пространство $C[a,b]$, $\|x(t)\| = \max_{a \le t \le b} |x(t)|$. Доказать, что это пространство банахово.

ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Раздел 4. Линейные пространства.

Теоретические вопросы:

1. Линейные пространства. Примеры
2. Нормированные пространства. Примеры
3. Норма
4. Пространства Банаха
5. Теорема Рисса-Фишера
6. Гильбертовы пространства

Пример практического индивидуального задания

№1. Рассмотрим пространство R^n, $x \in R^n$. $X = (x^1, ..., x^n)$. Будет ли R^n нормированным, если $\|x\| = \sqrt{\sum_{k=1}^{n} (x_k)^2}$.

Решение:

Проверим аксиомы нормы:

1) $\sqrt{\sum_{k=1}^{n}(x_k)^2} \geq 0$, $\sqrt{\sum_{k=1}^{n}(x_k)^2} = 0 \Leftrightarrow \sum_{k=1}^{n}|x_k|^2 \Leftrightarrow x_k = 0$, т.е $X = (x^1, ..., x^n) = 0$

2) $\|\lambda x\| = \sqrt{\sum_{k=1}^{n}|\lambda x_k|^2} = \sqrt{|\lambda|^2 \sum_{k=1}^{n}|x_k|^2} = |\lambda| \sqrt{\sum_{k=1}^{n}|x_k|^2}$

3) $\|x+y\| = \|x\| + \|y\|$

$$\sqrt{\sum_{k=1}^{n}|x_k+y_k|^2} \leq \sqrt{\sum_{k=1}^{n}|x_k|^2} + \sqrt{\sum_{k=1}^{n}|y_k|^2}$$

$$\|x+y\|^2 = \sum_{k=1}^{n}|x_k+y_k|^2 = \sum_{k=1}^{n}|x_k^2 + 2x_k y_k + y_k^2| = \sum_{k=1}^{n}|x_k|^2 + 2\sum_{k=1}^{n}x_k y_k + \sum_{k=1}^{n}|y_k|^2 \leq$$

Применим неравенство Гельдера

$$\sum_{k=1}^{n}|x_k| \cdot |y_k| \leq \left(\sum_{k=1}^{n}(x_k)^2\right)^{\frac{1}{2}} \cdot \left(\sum_{k=1}^{n}(y_k)^2\right)^{\frac{1}{2}}$$

$$\leq \sum_{k=1}^{n}|x_k|^2 + 2\left(\sum_{k=1}^{n}|x_k|^2\right)^{\frac{1}{2}} \cdot \left(\sum_{k=1}^{n}|y_k|^2\right)^{\frac{1}{2}} + \sum_{k=1}^{n}|y_k|^2 \leq \left[\left(\sum_{k=1}^{n}|x_k|^2\right)^{\frac{1}{2}} + \left(\sum_{k=1}^{n}|y_k|^2\right)^{\frac{1}{2}}\right]^2 = \|x\| + \|y\|^2$$

№ 2. Рассмотрим пространство $C[a,b]$, $x(t) \in C[a,b], t \in [a,b]$, $\|x(t)\| = \max_{a \leq t \leq b}|x(t)|$. Доказать, что $\|x(t)\|$ - норма.

Доказательство:

1) $\max_{a \leq t \leq b}|x(t)| > 0$, т.к. $|x(t)| > 0$, $\max_{a \leq t \leq b}|x(t)| = 0 \Leftrightarrow x(t) = 0, \forall t \in [a,b]$

2) $\max_{a \leq t \leq b}|\lambda x(t)| = |\lambda| \cdot \max_{a \leq t \leq b}|x(t)| = |\lambda| \cdot \|x(t)\|$

3) $\|x(t) + y(t)\| \leq \|x(t)\| + \|y(t)\|$

$$\max_{a \leq t \leq b}|x(t) + y(t)| \leq \max_{a \leq t \leq b}|x(t)| + \max_{a \leq t \leq b}|y(t)|$$

№3. Доказать, исходя из аксиомы нормы справедливость неравенства:

$$\|\|x\| - \|y\|\| < \|x-y\|$$

Доказательство:

$$\|\|x\| - \|y\|\| = \|\|x+y-y\| - \|x+y-x\|\| \leq \|x+y\| - \|x+y\| + \|-y\| - \|-x\| \leq \|y-x\| = |-1| \cdot \|x-y\| = \|x-y\| \Rightarrow$$
$$\|\|x\| - \|y\|\| < \|x-y\|$$

Ч.т.д.

Блок В
ДЕМОНСТРАЦИОННЫЕ ВАРИАНТЫ ЗАДАЧ

Раздел 1. Элементы теории множеств. Топологические пространства.

№1. Доказать:

$а)(A \cup B) \cap C = (A \cap C) \cup (B \cap C)$ б)$(A \cap B) \cup C = (A \cup C) \cap (B \cup C)$

№2. Доказать: $X \times Y = \varnothing \Leftrightarrow X = \varnothing$ или $Y = \varnothing$.

№3. Доказать равносильность включения

$A \setminus B \subset C \Leftrightarrow A \subset B \cup C$

Раздел 2. Компактные пространства и их непрерывные отображения.

№1. Оператор $A: C[-1,1] \to C[-1,1]$ определяется по формуле $AX(t) = \frac{1}{2}\ X(t) + X(-t)$.

Является ли оператор А компактным?

№2. Оператор $A: C[0,1] \to C[0,1]$ определяется по формуле $AX(t) = \int_0^1 (ts + t^2 s^2)\, X(s)\, ds$.

Является ли оператор А компактным?

Раздел 3. Метрические пространства.

№1. Доказать, что

а) Любой открытый шар $B(x,r)$ является одновременно замкнутым множеством и $B(x,r) = B(y,r)$, для любого $y \in B(x,r)$

б) Любой замкнутый шар $\overline{B}(x,r)$ является одновременно открытым множеством и $\overline{B}(x,r) = \overline{B}(y,r)$ для любого $y \in B(x,r)$

в) Расстояние между двумя различными открытыми шарами радиуса r, содержащимися в замкнутом шаре радиуса r, равно r.

№2 Пусть на множестве $X \times X$ заданы две метрики $\rho(x,y)$ и $d(x,y)$ для любых $x, y \in X$.

Являются ли метрикой следующие конструкции:

a) $\rho(x,y) / d(x,y)$;
b) $\min\ 1, \rho(x,y)$;
c) $\inf\ 1, \rho(x,y)$;

Раздел 4. Линейные пространства.

№1. $L_2[a,b]$ - пространство Лебега. $x(t): \int_a^b |x(t)|^2\, dt < \infty$, $\|x(t)\| = \sqrt{\int_a^b |x(t)|^2\, dt}$ - доказать аксиомы нормы

№2. Рассмотрим пространство R^n, $\|x\|_\infty = \max_{1 \le k \le n} |x_k|$ - доказать аксиомы нормы.

№3. $C'[a,b]$ - пространство непрерывных дифференцируемых функций. Можно ли в этом пространстве задать норму $\|x(t)\| = |x(b) - x(a)| + \max_{a \le t \le b} |x'(t)|$?

Раздел 5. Линейные пространства.

№1. Рассмотрим l_2, $x \in l_2$, $x = (x_1, x_2, ..., x_n, ...)$, $\sum_{k=1}^{\infty} | x_k |^2 < \infty$, $\|x\| = \sqrt{\sum_{k=1}^{\infty} | x_k |^2}$.

Доказать, что l_2 - банахово.

№2. Пространство $C'[a,b]$, $\|x(t)\| = \max_{a \le t \le b} | x(t) |, | x'(t) |$. Доказать, что $C'[a,b]$ - банахово.

ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАЧ

Раздел 4. Линейные пространства.

Пример практического индивидуального задания

№1. $L_2[a,b]$ - пространство Лебега. $x(t) : \int_a^b x(t)^2 dt < \infty$, $\|x(t)\| = \sqrt{\int_a^b | x(t) |^2 dt}$ - доказать аксиомы нормы.

Доказательство:

1) $\sqrt{\int_a^b | x(t) |^2 dt} \ge 0$, $\sqrt{\int_a^b | x(t) |^2 dt} = 0 \Leftrightarrow \int_a^b | x(t) |^2 dt = 0 \Leftrightarrow x9t0 = 0$

2) $\|\lambda x(t)\| = \sqrt{\int_a^b |\lambda x(t)|^2 dt} = \sqrt{\lambda^2 \int_a^b | x(t) |^2 dt} = | \lambda | \sqrt{\int_a^b | x(t) |^2 dt} = | \lambda | \cdot \|x(t)\|$

3) $\|x + y\| = \|x\| + \|y\|$ или $\|x(t) + y(t)\| \le \|x(t)\| + \|y(t)\|$

$$\sqrt{\int_a^b | x(t) + y(t) |^2 dt} \le \sqrt{\int_a^b | x(t) |^2 dt} + \sqrt{\int_a^b | y(t) |^2 dt}$$

Возведем левые части в квадрат

$$\int_a^b | x(t) + y(t) |^2 dt = \int_a^b | x^2(t) + 2x(t)\,y(t) + y^2(y) | dt \le \int_a^b | x(t) |^2 dt + 2\int_a^b | x(t)\,y(t) | dt + \int_a^b | y(t) |^2 dt \le$$

Применим интегральное неравенство Гельдера

$$\int_a^b | x(t)\,y(t) | dt \le \left(\int_a^b | x(t) |^2 dt \right)^{\frac{1}{2}} \cdot \left(\int_a^b | y(t) |^2 dt \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$\le \int_a^b | x(t) |^2 dt + 2 \left(\int_a^b | x(t) |^2 dt \right)^{\frac{1}{2}} \left(\int_a^b | y(t) |^2 dt \right)^{\frac{1}{2}} + \int_a^b | y(t) |^2 dt \le \left(\int_a^b | x(t) |^2 dt \right)^{\frac{1}{2}} + \left(\int_a^b | y(t) |^2 dt \right)^{\frac{1}{2}} = \|x(t)\|^2 + \|y(t)\|^2 \Rightarrow \|x($$

№2. Рассмотрим пространство R^n, $\|x\|_\infty = \max\limits_{1\le k\le n} |x_k|$

Решение:

1) $\|x\|_\infty \ge 0$, т.е. $\max\limits_{1\le k\le n} |x_k| \ge 0$, т.к. $|x_k| \ge 0$

$\max\limits_{1\le k\le n} |x_k| = 0 \Leftrightarrow x_k = 0$

2) $\|\lambda x\| = \max\limits_{1\le k\le n} |\lambda x_k| = |\lambda| \max\limits_{1\le k\le n} |x_k| = |\lambda| \cdot \|x\|$

3) $\|x+y\| \le \|x\| + \|y\|$

$\max\limits_{1\le k\le n} |x_k + y_k| \le \max\limits_{1\le k\le n} |x_k| + \max\limits_{1\le k\le n} |y_k|$

№3. $C'[a,b]$ - пространство непрерывных дифференцируемых функций. Можно ли в этом пространстве задать норму $\|x(t)\| = |x(b) - x(a)| + \max\limits_{a\le t\le b} |x'(t)|$?

Решение:

Проверим аксиомы нормы:

1) $\|x(t)\| = |x(b) - x(a)| + \max\limits_{a\le t\le b} |x'(t)| \ge 0$ (по определению модуля)

$\|x(t)\| = 0 \Leftrightarrow x(t) = 0$

$\|x(t)\| = |x(b) - x(a)| + \max\limits_{a\le t\le b} |x'(t)| = 0$, если $x(t) = 0$ и $x(b) = x(a)$

2) $\|\lambda x(t)\| = |\lambda(x(b) - x(a))| + \max\limits_{a\le t\le b} |\lambda x'(t)| = |\lambda| [|x(b) - x(a)| + \max\limits_{a\le t\le b} |x'(t)|] = |\lambda| \cdot \|x'(t)\|$

3) $\|x(t) + y(t)\| \le \|x(t)\| + \|y(t)\|$

В пространстве $C'[a,b]$ нельзя задать норму, так как первая аксиома выполняется еще при условии $|x(b) - x(a)| = 0$

Блок С

Презентация по выполнению задания

В рамках дисциплины предусмотрены индивидуальные и командные презентации на темы:

1. Пересечение двух множеств
2. Объединение двух множеств
3. Разностью двух множеств
4. Произведение двух множеств
5. Мощность множества
6. Счетные множества
7. Открытый шар
8. Подпокрытие множества
9. 9Компактные пространство

10. Непрерывное отображение
11. Критерий компактности
12. Всюду компактность
13. Теорема Тихонова о произведении компактных пространств
14. Метрическое пространство, метрика
15. Непрерывные отображения.
16. Открытое множество
17. Замыкание
18. Замкнутое множество
19. Сходимость последовательности
20. Полное метрическое пространство
21. Линейные пространства. Примеры
22. Нормированные пространства. Примеры
23. Норма
24. Пространства Банаха
25. Теорема Рисса-Фишера
26. Гильбертовы пространства
27. Локальная выпуклость
28. Счетно- нормированные пространства
29. Линейные функционалы на нормированных пространствах
30. Сопряженное пространство
31. Сильные и слабые топологии

По данным темам производятся анализ организационного поведения на реальных, по четко определенным критериям. Представленные презентации должны обязательно включать изучение всех требуемых критериев. При оценивании РР презентации принимается во внимание как содержательная часть презентации – ее информативность, методологическая точность и выдержанность, отсутствие когнитивных и орфографических ошибок, так и форма презентации – удачное использование шаблонов, элементы собственного дизайна и т.п. Немаловажное значение для оценки РР-презентации имеет ее устное представление на «круглом столе», на котором проводится конкурс на лучшую презентацию (оценивает группа). Время на изложение не более 15 минут. Студенты – члены команд финалистов (по одной команде в каждой учебной группе) получают бонус, равный 1 баллу. Проверяя презентацию, преподаватель оценивает не только полученные студентом знания по предмету, но и самостоятельность его мышления, владение логическим аппаратом, навыки работы с источниками, умение правильно оформлять научный текст.

Блок D

Вопросы для проверки уровня обученности ЗНАТЬ:

1. Понятия метрика, непрерывное отображение (инъекция, сюръекция и биекция).
2. Сходимости последовательностей, направленностей и фильтров. Критерии сходимости.
3. Открытые и замкнутые множества. Примеры.
4. Замыкание и внутренность множества, границы множества. Примеры.
5. Плотные множества. (Всюду плотные и нигде неплотные множества). Примеры.
6. Полные метрические пространства. Критерии полноты и пополняемости.
7. Принцип сжимающих отображений и его применение к различным задачам.
8. Гомеоморфизм.
9. Аксиомы отделимости.
10. Компактность. Критерии компактности.
11. Непрерывные отображения компактных пространств.
12. Счетная компактность.

13. Предкомпактные множества.
14. Компактность в метрических пространствах.
15. Полная ограниченность.
16. Принцип сжимающих отображений
17. Топологические линейные пространства
18. Понятие функционала и его свойства
19. Понятие меры и интеграла Лебега

Задачи/задания для проверки уровня обученности УМЕТЬ:

1. Анализировать и систематизировать общие понятия и утверждения дисциплин «Анализ I» - «Анализ III».
2. проводить математическое моделирование различных ситуаций;
3. применять полученные знания и навыки для их решения;
4. проводить анализ и оптимизацию полученных решений;
5. применять принцип сжимающих отображений;

Задачи/задания для проверки уровня обученности ВЛАДЕТЬ:

1. пониманием открытых и замкнутых множеств
2. пониманием замыкания и внутренности множества, границы множества
3. пониманием полных метрических пространств
4. пониманием и навыками использования принципа сжимающих отображений
5. понимаем компактности
6. пониманием непрерывных отображения компактных пространств.
7. пониманием топологических линейных пространств понятием функционала и его свойства понятием меры и интеграла Лебега
8. навыками проведения математического моделирования различных ситуаций

Раздел 4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

№	Наименование показателя	Отметка (в %)
КАЧЕСТВО КУРСОВОЙ РАБОТЫ		
1	Грамотность изложения теории и качество оформление работы	10 - 30
2	Рассмотрения примера, приведения численных расчетов и графиков примера, использование рекомендованной и справочной литературы	20 - 50
3	Составление программы численных расчетов примера	0 - 20
Общая оценка за выполнение (текущий и рубежный контроль)		**Сумма %**
КАЧЕСТВО ДОКЛАДА		
1	Соответствие содержания доклада содержанию работы	40 – 60
2	Качество изложения материала	10 – 40
Оценка за доклад (промежуточный контроль)		**Сумма %**
ОТВЕТЫ НА ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО СОДЕРЖАНИЮ РАБОТЫ		
1	Вопрос 1	0 – 50
2	Вопрос 2	0 – 50
Оценка за ответы на вопросы (промежуточный контроль)		**Сумма %**
Общая оценка за промежуточный контроль		**Среднее арифм. %**

ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ (рубежный контроль)

№	Наименование показателя	Отметка (в %)
Теоретическая часть		0-100
1	Вопрос 1	0-30
2	Вопрос 2	0-30
3	Вопрос 3	0-30
4	Дополнительный вопрос	0-10
Практическая часть		
1	Задача 1	0-100
2	Задача 2	0-100
3	Задача 3	0-100
Всего баллов		**Среднее арифм. %**

Примечание: Шкала оценивания решения задачи.

Пример.

1. Рассмотрим пространство R^n, $x \in R^n$. $X = (x^1, ..., x^n)$. Будет ли R^n нормированным, если $\|x\| = \sqrt{\sum_{k=1}^{n} (x_k)^2}$.
2. Рассмотрим пространство $C[a,b]$, $x(t) \in C[a,b], t \in [a,b]$, $\|x(t)\| = \max_{a \le t \le b} |x(t)|$. Доказать, что $\|x(t)\|$ - норма.
3. Доказать, исходя из аксиомы нормы справедливость неравенства: $\|x\| - \|y\| < \|x - y\|$

Содержание верного решения задачи и указания к оцениванию
Элементы ответа: (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла).

1) Проверена справедливость аксиом нормы и указан алгоритм решения
2) Проверена справедливость аксиом нормы и указан алгоритм решения
3) Доказана справедливость неравенства и указан алгоритм решения

Указания к оцениванию / %

- Решение правильное и полное, включающее все приведенные выше /85-100 %
- Решение включает 1-й, 2-й и 3-й из приведенных выше элементов / 70-84 %
- Решение неполное, включает 1-й и 2-й или 1-й и 3-й из приведенных выше элементов / 60-69 %
- Все элементы записаны неверно или записан правильно только один элемент (1-й, 2-й или 3-й) / 0-60 %

ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ ЗАДАЧ (текущий контроль)

- 85-100 % - Решение всех задач правильное и полное.
- 70-84 % - Решение включает 1-й, 2-й и 3-й из приведенных задач.
- 60-69 % - Решение неполное, включает 1-й и 2-й,1-й и 3-й или 2-й и 3-й из приведенных задач.
- 31-60 % - Все элементы записаны неверно или записан правильно только один элемент (1-й, 2-й или 3-й).
- 0-30 % - Не было попытки решить задачу.

ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ ГРАФИЧЕСКИХ ЗАДАЧ (текущий контроль)

- 85-100 % - Решение всех задач правильное и полное, есть графический чертеж.
- 70-84 % - Решение всех задач правильное и полное, отсутствует графический чертеж.
- 60-69 % - Решение неполное, включает 1-й или 2-й из приведенных задач.
- 31-60 % - Все элементы записаны неверно или записан правильно только один элемент (1-й или 2-й), отсутствует графический чертеж.
- 0-30 % - Не было попытки решить задачу

ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ УСТНОГО ОПРОСА (промежуточный контроль – «ЗНАТЬ»)

При оценке устных ответов на проверку уровня обученности ЗНАТЬ учитываются следующие критерии:

1. Знание основных процессов изучаемой предметной области, глубина и полнота раскрытия вопроса.
2. Владение терминологическим аппаратом и использование его при ответе.
3. Умение объяснить сущность явлений, событий, процессов, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы.
4. Владение монологической речью, логичность и последовательность ответа, умение отвечать на поставленные вопросы, выражать свое мнение по обсуждаемой проблеме.

(16-20 баллов) выставляется, если студент ответил на все теоретические вопросы в билете и при этом:

1. Присутствует : 1)правильность, полнота и глубина ответа (верное и глубокое изложение фактов, понятий, иллюстрация ответа конкретными примерами; отсутствие необходимости в уточняющих вопросах); 2) логическая последовательность изложения материала в процессе ответа.
2. Или студент не выполнил одного из перечисленных требований, но ответил правильно на один дополнительный вопрос в пределах программы.
3. Или не выполнил два из перечисленных требований, но правильно ответил на два дополнительных вопроса в пределах программы.

(10-15 баллов) выставляется, если студент ответил на все теоретические вопросы в билете, но при этом либо отсутствует правильность, полнота и глубина ответа (верное и глубокое изложение фактов, понятий, иллюстрация ответа конкретными примерами; отсутствие необходимости в уточняющих вопросах);
либо нет логической последовательности изложения материала в процессе ответа; в некоторых заданиях допущены арифметические ошибки и неправильный ответ на дополнительный вопрос в пределах программы.

(5-10 баллов) выставляется, если студент ответил на 2 теоретических вопросов в билете, а в остальных допущены грубые ошибки и неправильно ответил на два дополнительных вопроса в пределах программы.

(1-4 баллов) выставляется, если студент ответил менее 2 теоретических вопросов, а в остальных допущены грубые ошибки и не может ответить ни на один дополнительный

вопрос в пределах программы

ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ АНАЛИТИЧЕСКИХ И ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАНИЙ
(промежуточный контроль – «УМЕТЬ и ВЛАДЕТЬ»)

При оценке ответов на проверку уровня обученности УМЕТЬ и ВЛАДЕТЬ учитываются следующие критерии:

(8-10 баллов) выставляется, если студент выполнил все задания в билете и при этом:

1. Присутствует: 1) решил все предложенные ему задачи;
2) указано решение задачи.
2. Или студент не выполнил одного из перечисленных требований, но ответил правильно на один дополнительный вопрос по решению задач.
3. Или не выполнил два из перечисленных требований, но правильно ответил на два дополнительных вопроса по решению задач.

(4-7 баллов) выставляется, если студент выполнил 3-4 заданий в билете, в некоторых заданиях допущены арифметические ошибки.

(1-3 баллов) выставляется, если студент выполнил 1-2 задания в билете, а в остальных допущены грубые ошибки.

(0 баллов) выставляется, если студент не выполнил не одного задания в билете, даже не было попытки решить задачи.

Раздел 5. Методические указания для обучающегося по освоению дисциплины.Математические методы решения прикладных задач

МОДУЛЬНЫЙ КОНТРОЛЬ ПО ДИСЦИПЛИНЕ ВКЛЮЧАЕТ:

1. **Текущий контроль:** усвоение учебного материала на аудиторных занятиях (лекциях, практических, в том числе учитывается посещение и активность) и выполнение обязательных заданий для самостоятельной работы
2. **Рубежный контроль:** проверка полноты знаний и умений по материалу модуля в целом. Выполнение модульных контрольных заданий проводится в письменном виде и является обязательной компонентой модульного контроля.
3. **Промежуточный контроль** - завершенная задокументированная часть учебной дисциплины– совокупность тесно связанных между собой зачетных модулей.

ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПРОМЕЖУТОЧНОМУ КОНТРОЛЮ

- При явке на зачёт и экзамен студенты обязаны иметь при себе зачётные книжки, которые они предъявляют экзаменатору в начале зачета или экзамена.
- Преподавателю предоставляется право поставить зачёт без опроса по билету тем студентам, которые набрали более 60 баллов за текущий и рубежный контроли.
- На промежуточном контроле студент должен верно ответить на теоретические вопросы билета и решить ситуационную задачу.
- Студенты могут использовать технические средства, справочно-нормативную литературу, наглядные пособия, учебные программы.

Оценка промежуточного контроля:
- min ***20 баллов*** - Вопросы для проверки уровня обученности ЗНАТЬ (в случае, если при ответах на заданные вопросы студент правильно формулирует основные понятия)
- ***20-25 баллов*** – Задания для проверки уровня обученности УМЕТЬ и ВЛАДЕТЬ(в случае, если студент правильно формулирует сущность заданной в билете проблемы и дает решение задачи)
- ***25-30 баллов*** - Задания для проверки уровня обученности УМЕТЬ и ВЛАДЕТЬ (в случае полного выполнения контрольного задания)

ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ТЕКУЩЕМУ КОНТРОЛЮ

Для понимания материала и качественного его усвоения рекомендуется такая последовательность действий:
1. После прослушивания лекции и окончания учебных занятий, при подготовке к занятиям следующего дня, нужно сначала просмотреть и обдумать текст лекции, прослушанной сегодня.
2. При подготовке к следующей лекции, нужно просмотреть текст предыдущего материала, подумать о том, какая может быть
тема следующей лекции.
3. В течение недели выбрать время для работы с рекомендуемой литературой.
4. При подготовке к практическим занятиям следующего дня, необходимо сначала прочитать основные понятия и подходы по
теме домашнего задания. При выполнении задания нужно сначала понять, что в нем требуется, какой теоретический материал нужно использовать, наметить план решения.

5. Для подготовки к практическим занятиям и выполнению самостоятельной работы необходимо сначала прочитать основные понятия и подходы по теме задания. Рекомендуется использовать методические указания по курсу, конспекты лекций. При выполнении задания нужно сначала понять, что требуется в нем, какой теоретический материал нужно использовать, наметить план выполнения, а затем приступить к заданию и сделать качественный вывод. Рекомендуется использовать наборы учебных обучающих программ;
6. При подготовке к промежуточному и рубежному контролям нужно изучить теорию: определения всех понятий и подходы к оцениванию до состояния понимания материала и самостоятельно выполнить несколько типовых заданий.
7. Отработки пропущенных занятий.

Контроль над усвоением студентами материала учебной программы дисциплины осуществляется систематически преподавателем кафедры и отражается в журнале преподавателя и в баллах. Студент, получивший неудовлетворительную оценку по текущему материалу, обязан подготовить данный раздел и ответить по нему преподавателю на индивидуальном собеседовании. При фронтальном обучении неудовлетворительная оценка должна быть отработана в течение месяца со дня ее получения, при цикловом обучении - до конца цикла.

Пропущенная без уважительных причин лекция должна быть отработана методом устного опроса лектором или подготовки реферата по материалам пропущенной лекции в течение месяца со дня пропуска.возможны и другие методы отработки пропущенных лекций (опрос на практических, тестовый контроль и т.д.).

Отработка практических занятий.
- Каждое занятие, пропущенное студентом без уважительной причины, отрабатывается в обязательном порядке. Отработки проводятся по расписанию кафедры, согласованному с деканатом.
- При фронтальном обучении пропущенные занятия должны быть отработаны в течение 10 дней со дня пропуска, при цикловом обучении - до конца цикла. Пропущенные студентом без уважительной причины практические занятия отрабатываются не более одного занятия в день. Пропущенные занятия по уважительной причине (по болезни, пропуски с разрешения деканата) отрабатываются по тематическому материалу без учета часов.
- Студент, не отработавший пропуск в установленные сроки, допускается к очередным занятиям только при наличии разрешения декана или его заместителя в письменной форме. Не разрешается устранение от очередного практического занятия студентов, слабо подготовленных к данным занятиям.
- Для студентов, пропустивших практическое занятия из-за длительной болезни, отработка должна проводиться после разрешения деканата по индивидуальному графику, согласованному с кафедрой.
- В исключительных случаях (участие в межвузовских конференциях, соревнованиях, олимпиадах, дежурство и др.) декан и его заместитель по согласованию с кафедрой могут освобождать студентов от отработок некоторых пропущенных занятий.

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

Для написания контрольных работ студентам необходимо внимательно прочитать соответствующий раздел учебника, учебного и учебно-методического пособия, проработать аналогичные задания, рассматриваемые преподавателем на лекционных занятиях, разобранных на практических занятиях. Контрольная работа состоит из 3-х теоретических вопросов и из 3-х практических задач.

ЗАДАЧА

Для выполнения задач студентам необходимо внимательно прочитать соответствующий раздел учебника, учебного и учебно-методического пособия, проработать аналогичные задания, рассматриваемые преподавателем на лекционных занятиях, разобранных на практических занятиях. Задача состоит из более 3-х задач.