

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Томский государственный университет  
систем управления и радиоэлектроники

М. Ю. Перминова

**КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ  
ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ**

Методические указания по выполнению лабораторных работ и организации самостоятельной работы для студентов направления «Бизнес-информатика»  
(уровень бакалавриата)

Томск  
2022

УДК 004.942  
ББК 32.811  
П 275

**Рецензент:**

**Сидоров А. А.**, заведующий кафедрой автоматизации обработки информации Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники, канд. экон. наук, доцент

**Перминова, Мария Юрьевна**

П 275 Компьютерное моделирование экономических процессов: Методические указания по выполнению лабораторных работ и организации самостоятельной работы для студентов направления «Бизнес-информатика» (уровень бакалавриата) / М. Ю. Перминова. – Томск : Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2022. – 25 с.

Методические указания содержат описание лабораторных работ и рекомендации по организации самостоятельной работы студентов в рамках изучения дисциплины «Компьютерное моделирование экономических процессов» и приобретения практических навыков математического и компьютерного моделирования.

Для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки «Бизнес-информатика».

Одобрено на заседании кафедры АОИ, протокол № 01 от 18.02.2021.

УДК 004.942  
ББК 32.811

© Перминова М. Ю., 2022  
© Томск. гос. ун-т систем упр.  
и радиоэлектроники, 2022

## Оглавление

Введение.....	4
1 Методические указания по выполнению лабораторных работ .....	5
1.1 Лабораторная работа 1 «Изучение возможностей Mathcad».....	5
1.2 Лабораторная работа 2 «Применение финансово-экономических моделей для решения экономических задач» .....	9
1.3 Лабораторная работа 3 «Построение модели межотраслевого баланса».....	15
1.4 Лабораторная работа 4 «Построение модели оптимизационных задач» .....	18
1.5 Лабораторная работа 5 «Построение имитационной модели» .....	20
1.6 Лабораторная работа 6 «Моделирование экономических задач с использованием нечетких множеств» .....	22
2 Методические указания по организации самостоятельной работы .....	23
2.1 Общие положения.....	23
2.2 Проработка лекционного материала.....	23
2.3 Самостоятельное изучение тем теоретической части курса .....	23
2.4 Подготовка к контрольной работе .....	24
2.5 Подготовка к промежуточной аттестации .....	24
Список использованных источников .....	25

## ВВЕДЕНИЕ

Целью лабораторных работ и самостоятельной работы студентов в рамках изучения дисциплины «Компьютерное моделирование экономических процессов» является закрепление теоретических знаний и формирование практических навыков работы с программными средствами компьютерного моделирования.

Задачи лабораторных работ и самостоятельной работы студентов:

- систематизация, расширение и закрепление теоретических знаний;
- приобретение навыков математического и компьютерного моделирования;
- формирование практических навыков работы с программными средствами компьютерного моделирования.

Лабораторные работы, указанные в настоящих методических указаниях, выполняются в Mathcad. Отчеты по лабораторным работам могут быть выполнены в любом доступном (удобном) студенту текстовом редакторе.

# 1 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

## 1.1 Лабораторная работа 1 «Изучение возможностей Mathcad»

**Цель работы:** познакомиться с интерфейсом, синтаксисом и встроенными функциями Mathcad, получить и закрепить навыки работы с простейшими операциями в Mathcad.

**Рекомендации по подготовке к работе:** перед выполнением лабораторной работы рекомендуется повторить лекционный материал по соответствующей теме.

**Содержание и порядок выполнения работы:** работа состоит из 10 заданий, каждое из которых выполняется в соответствии со своим номером варианта.

### Варианты заданий к лабораторной работе

**Задание 1.** Откройте Mathcad. Ознакомьтесь со строкой главного меню и панелями инструментов в верхней части окна. Выведите на экран панели инструментов: Графики, Матрицы, Вычисление, Программирование. Освойте перемещение панелей по экрану и их преобразование в строки меню. Сделайте скриншот главного окна Mathcad с открытыми перечисленными выше панелями инструментов (при этом панель «Матрицы» должна быть в виде строки меню).

**Задание 2.** Вычислите значение арифметического выражения из таблицы 1.1.

Таблица 1.1 – Исходные данные к заданию 2 лабораторной работы 1

Вариант	Выражение
1	$\frac{\left(13,75 + 9\frac{1}{6}\right) \cdot 1,2}{\left(10,3 - 8\frac{1}{2}\right) \cdot \frac{5}{9}} + \frac{\left(6,8 - 3\frac{3}{5}\right) \cdot 5\frac{5}{6}}{\left(3\frac{2}{3} - 3\frac{1}{6}\right) \cdot 56} - 27\frac{1}{6}$
2	$\frac{\left(\frac{3}{5} + 0,425 - 0,005\right) \div 0,1}{30,5 + \frac{1}{6} + 3\frac{1}{3}} + \frac{6\frac{3}{4} \cdot 5\frac{1}{2}}{26 \div 3\frac{5}{7}} - 0,05$
3	$\frac{(3,4 - 1,275) \cdot \frac{16}{17}}{\frac{5}{18} \cdot \left(1\frac{7}{85} + 6\frac{2}{17}\right)} + 0,5 \cdot \left(2 + \frac{12,5}{5,75 + \frac{1}{2}}\right)$
4	$\frac{\left(0,3275 - \left(2\frac{15}{88} + \frac{4}{33}\right) \div 12\frac{2}{9}\right) \div 0,07}{(13 - 0,416) \div 6,05 + 1,92}$
5	$\frac{\left(\left(3\frac{7}{12} - 2\frac{11}{18} + 2\frac{1}{24}\right) \cdot 1\frac{5}{31} - \frac{3}{52} \cdot \left(3\frac{1}{2} + \frac{5}{6}\right)\right) \cdot 1\frac{7}{13}}{\frac{19}{84} \div \left(5\frac{13}{42} - 2\frac{13}{28} + \frac{5}{24}\right) + 1\frac{2}{27} - \frac{1}{3} \cdot \frac{4}{9}}$

Сделайте скриншот выполненного задания (при этом границы математической области должны быть видимыми).

**Задание 3.** Вычислите значение арифметического выражения из таблицы 1.2. Результат выведите с 4 знаками после запятой.

Таблица 1.2 – Исходные данные к заданию 3 лабораторной работы 1

Вариант	Значения переменных	Выражение
1	$x = 2.422$ $y = 5.1483$ $z = 9.2523$	$\frac{x + \sqrt{25 \cdot y}}{x} + y^4$ $\ln \frac{z}{x} \cdot  y - z $
2	$x = -1.453$ $y = 3.883$ $z = 7.289$	$x - \frac{\sqrt{z}}{x \cdot y} +  x^3 - z^2 - y $
3	$x = 8.23$ $y = 13$ $z = -2.56$	$\frac{z}{(x + y)^3} - 15z^2 \cdot \ln y$
4	$x = 5.354$ $y = 3.883$ $z = 4.289$	$\frac{\left(y + \frac{0.25}{z}\right)^2}{\frac{z}{5z} - 1} \cdot \left(\sqrt{z - y} + \frac{y}{2}\right)$
5	$x = 35.354$ $y = 1.343$ $z = 2.495$	$\frac{1.2 \cdot (x + y)}{(\ln y^2 - xz) \cdot \frac{\sqrt{x}}{9}}$

Сделайте скриншот выполненного задания (при этом границы математической области должны быть видимыми). Добавьте описание и скриншот отражающие, где и каким образом изменялся формат вывода результата.

**Задание 4.** Определите ранжированную переменную  $x$ , покажите ее значение в таблице вывода.

Определите по заданному выражению функцию пользователя, вычислите значения функции для переменной  $x$  и покажите их в таблице вывода.

Исходные данные приведены в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Исходные данные к заданию 4 лабораторной работы 1

Вариант	Ранжированная переменная	Выражение
1	$x = 3, 3.9 \dots 5$	$2x^3 - 9x^2 + 1$
2	$x = 4, 4.9 \dots 6$	$5x^3 - x^2 + 3$
3	$x = 3, 3.5 \dots 5$	$\frac{1}{x^2} - 3$
4	$x = 7, 7.5 \dots 9.5$	$x^2 - 3x + 10$
5	$x = 5, 5.9 \dots 7$	$x^2 - 10x + 2$

Сделайте скриншот выполненного задания.

**Задание 5.** Определите функцию  $f(x)$ , вычислите ее значение при  $x = 3,5$  и постройте таблицу значений функции для  $x = [3; 13]$  с шагом 1. Постройте график функции  $f(x)$ . Сделайте скриншот выполненного задания.

Исходные данные приведены в таблице 1.4.

Таблица 1.4 – Исходные данные к заданию 5 лабораторной работы 1

Вариант	Функция
1	$\frac{5x}{x^2+3}$
2	$2 - \frac{3x}{x^2+3}$
3	$\frac{2x^2+1}{x^2+3}$
4	$\left(\frac{x+2}{x-1}\right)^2$
5	$\frac{8(x-1)}{(x+2)^2}$

**Задание 6.** Создайте произвольные матрицы  $A$ ,  $B$ ,  $C$  согласно указанной размерности  $A - 3 \times 4$ ,  $B - 4 \times 5$ ,  $C - 3 \times 3$  и выполните следующие действия:

1. Найдите обратную матрицу  $C$
2. Найдите произведение матриц:  $A$  и  $B$ ;  $A$  и  $C$ ;  $C$  и  $C^{-1}$
3. Получите транспонированную матрицу  $B$
4. Создайте единичную матрицу  $E$ , размерностью  $4 \times 4$ , используя встроенную функцию
5. Определите минимальный элемент матрицы  $A$
6. Найдите произведение транспонированной матрицы  $A$  и первого столбца матрицы  $C$
7. Добавьте к уже созданной матрице  $A$  еще один столбец (не создавая матрицу заново)
8. Найдите сумму всех элементов матрицы  $B$

Сделайте один или несколько скриншотов с выполненным заданием. Поясните, все ли перечисленные действия удалось выполнить? И почему?

**Задание 7.** Создайте произвольную ранжированную переменную с произвольным шагом так, чтобы она принимала 5 значений. Задайте произвольную формулу, по которой будут вычисляться элементы вектора  $D$ . Формула должна содержать ранжированную переменную:

1. Найдите произведение  $B$  (из задания 6) и  $D$
2. Создайте диагональную матрицу с элементами вектора  $D$

Сделайте скриншот с выполненным заданием. Поясните, все ли перечисленные действия удалось выполнить? И почему?

**Задание 8.** Постройте график функции  $f(x)$  (с отображением осей абсцисс и ординат) в соответствии с данными таблицы 1.5 и по нему приблизительно определите значение  $x$ , при котором  $f(x) = 0$ . Решите уравнение  $f(x) = 0$  с помощью встроенной функции Mathcad на указанном интервале. Сравните полученные значения. Сделайте скриншот выполненного задания.

Таблица 1.5 – Исходные данные к заданию 8 лабораторной работы 1

Вариант	$f(x)$
1	$0,25x^3 + x - 2$ $x \in [0, 2]$

2	$3x - 4 \ln x - 5$ $x \in [2, 4]$
3	$x^5 - x - 0,2$ $x \in [1, 2]$
4	$0,1x^2 - x \ln x$ $x \in [1, 2]$
5	$x^3 - 3x^2 + 2$ $x \in [0, 2]$

**Задание 9.** Решите систему уравнений из таблицы 1.6 с помощью функции Find. Сделайте скриншот выполненного задания.

Таблица 1.6 – Исходные данные к заданию 9 лабораторной работы 1

Вариант	Система уравнений
1	$\begin{cases} 2x_1 + x_2 + 2x_3 + 3x_4 = 8 \\ 3x_1 + 3x_3 = 6 \\ 2x_1 - x_2 + 3x_4 = 4 \\ x_1 + 2x_2 - x_3 + 2x_4 = 4 \end{cases}$
2	$\begin{cases} 2x_1 + x_2 - 5x_3 + x_4 = -4 \\ x_1 - 3x_2 - 6x_4 = -7 \\ 2x_2 - x_3 + 2x_4 = 2 \\ x_1 + 4x_2 - 7x_3 + 6x_4 = -2 \end{cases}$
3	$\begin{cases} 9x_1 + 10x_2 - 7x_3 - x_4 = 23 \\ 7x_1 - x_3 - 5x_4 = 37 \\ 5x_1 - 2x_3 + x_4 = 22 \\ 4x_1 + x_2 + 2x_3 + 3x_4 = 26 \end{cases}$
4	$\begin{cases} 2x_1 - x_2 + 4x_3 + x_4 = 66 \\ 2x_2 - 6x_3 + x_4 = -63 \\ 8x_1 - 3x_2 + 6x_3 - 5x_4 = 146 \\ 2x_1 - 7x_2 + 6x_3 - x_4 = 80 \end{cases}$
5	$\begin{cases} 2x_1 + 2x_2 + 6x_3 + x_4 = 15 \\ -x_2 + 2x_3 + x_4 = 18 \\ 4x_1 - 3x_2 + x_3 - 5x_4 = 37 \\ 3x_1 - 5x_2 + x_3 - x_4 = 30 \end{cases}$

**Задание 10.** На одном графике постройте графики функций:  $\sin x, \sin 2x, 2 \sin x, \sin x^2$ . Графики функций должны быть отрисованы разными цветами, типами линий (сплошная линия, пунктир и т.п.), толщиной линий (рекомендуется для всех графиков, кроме  $\sin x^2$ , установить толщину линий = 2). Сделайте скриншот выполненного задания. Добавьте описание и скриншот отражающие, где и каким образом изменялось форматирование графиков.

#### Требования к отчету

По итогу выполнения лабораторной работы необходимо написать и оформить отчет. Отчет выполняется в MS Word или его аналогах.

*Требования к содержанию отчета.* Структурные элементы отчета:

1. Титульный лист

2. Оглавление
3. Основная часть:
  - Номер варианта
  - Формулировка задания с исходными данными
  - Скриншоты выполненных заданий из Mathcad и необходимые пояснения к ним
4. Выводы по лабораторной работе

*Требования к оформлению отчета:* отчет по лабораторной работе оформляется в соответствии с [ОС ТУСУР 02-2021](#).

### Защита лабораторной работы

После проверки отчета и файла Mathcad преподаватель задает 4 дополнительных вопроса по лабораторной работе.

## 1.2 Лабораторная работа 2 «Применение финансово-экономических моделей для решения экономических задач»

**Цель работы:** научить строить финансовые модели (как выделить данные и как построить решение). Научить работать с данными и функциями в матричном виде, использовать финансовые функции для индексных переменных. Продемонстрировать представление результатов в виде графиков.

**Рекомендации по подготовке к работе:** перед выполнением лабораторной работы рекомендуется повторить лекционный материал по соответствующей теме.

**Содержание и порядок выполнения работы:** работа состоит из 10 задач, в которых необходимо провести ряд финансовых расчетов двумя способами: по математическим формулам и с использованием встроенных финансовых функций Mathcad (где они предусмотрены). Задания выполняются в соответствии со своим номером варианта.

### Варианты заданий к лабораторной работе

**Задание 1.** На какую годовую ставку процентов нужно заменить номинальную ставку годовых сложных процентов  $i$  %? Решите задачу с данными из таблицы 1.7 двумя способами (с и без использования встроенных финансовых функций Mathcad).

Таблица 1.7 – Исходные данные к заданию 1 лабораторной работы 2

Вариант	Начисление процентов	$i$ , %
1	ежеквартально	12
2	один раз в год	11
3	ежемесячно	7
4	раз в полугодие	9
5	раз в 2 месяца	6

**Задание 2.** Условиями  $a$  летнего контракта предусмотрено начисление процентов по ставке  $i$  %. Стороны договариваются о переходе к номинальной процентной ставке. Определить размер процентной ставки. Решите задачу с данными из таблицы 1.8 двумя способами (с и без использования встроенных финансовых функций Mathcad).

Таблица 1.8 – Исходные данные к заданию 2 лабораторной работы 2

Вариант	$a$ , лет	Начисление процентов	$i$ , %
1	3	ежеквартально	14
2	5	один раз в год	12
3	4	ежемесячно	8

4	7	раз в полугодие	10
5	6	раз в 2 месяца	6

**Задание 3.** Научная организация планирует приобрести через  $a$  лет новое оборудование для проведения лабораторных экспериментов стоимостью  $b$  руб. Какую сумму денег необходимо разместить на депозитный счет организации в банке в настоящее время при процентной ставке  $i$ , чтобы через  $a$  лет иметь возможность совершить покупку. Рассчитайте варианты с капитализацией процентов и без нее. Представьте графически изменение суммы вклада от процентной ставки. Для каждого варианта определите эффективную ставку процента. Решите задачу с данными из таблицы 1.9 двумя способами (с и без использования встроенных финансовых функций Mathcad).

Таблица 1.9 – Исходные данные к заданию 3 лабораторной работы 2

Вариант	$a$ , лет	$b$ , руб.	Начисление процентов	$i$ , %
1	3	2 680 050	- ежеквартально	- 9
			- один раз в полугодие	- 10
2	5	2 000 000	- один раз в год	- 11
			- один раз в полугодие	- 12
3	4	3 050 080	- ежемесячно	- 7
			- один раз в год	- 8
4	7	1 560 790	- раз в квартал	- 13
			- ежемесячно	- 14
5	6	4 789 365	- один раз в год	- 6
			- ежеквартально	- 15

**Задание 4.** Семья хочет накопить на машину, открыв вклад на  $a$  тыс. руб. За сколько лет они накопят  $b$  тыс. руб., если годовая ставка равна  $i\%$ . Рассчитать варианты. Построить график срока накопления от процентной ставки. Решите задачу с данными из таблицы 1.10 двумя способами (с и без использования встроенных финансовых функций Mathcad).

Таблица 1.10 – Исходные данные к заданию 4 лабораторной работы 2

Вариант	$a$ , тыс. руб.	$b$ , тыс. руб.	Начисление процентов	$i$ , %
1	500	- 1 500	ежеквартально	- 3
		- 2 500		- 4
		- 4 000		- 5
				- 8
2	620	- 1 820	ежемесячно	- 4
		- 2 380		- 6
		- 5 000		- 7
				- 9
3	860	- 2 200	один раз в полугодие	- 3
		- 5 670		- 7
		- 6 700		- 10
				- 11
4	1 000	- 2 365	раз в квартал	- 2
		- 3 025		- 9
		- 4 469		- 11
				- 13
5	910	- 2 965	ежемесячно	- 4
		- 3 236		- 6
		- 7 558		- 12
				- 13

**Задание 5.** Строительная фирма предлагает клиентам квартиры в новом доме стоимостью  $a$  млн руб. Оплата для молодых семей –  $b$  % авансом, а остаток стоимости – по льготному государственному кредиту на  $c$  лет. Платежи осуществляются равными годовыми суммами в конце каждого года. Определить размер ежегодных платежей семьи и будущую стоимость кредита для процентных ставок  $i$  %. Зависимость суммарных годовых выплат от процентной ставки по годам представить в виде трехмерной гистограммы. Решите задачу с данными из таблицы 1.11 двумя способами (с и без использования встроенных финансовых функций Mathcad).

Таблица 1.11 – Исходные данные к заданию 5 лабораторной работы 2

Вариант	$a$ , млн руб.	$b$ , %	$c$ , лет	$i$ , %
1	10	15	- 3 - 5 - 10 - 15 - 20	- 5 - 8 - 10
2	8	13	- 4 - 8 - 12 - 14 - 16	- 4 - 6 - 7
3	12	5	- 5 - 6 - 7 - 8 - 9	- 13 - 15 - 17
4	5	3	- 3 - 4 - 8 - 9 - 10	- 3 - 9 - 11
5	9	16	- 3 - 8 - 11 - 14 - 15 - 16	- 5 - 12 - 16

**Задание 6.** Предприниматель собирается приобрести инвестиционный проект. Какую максимальную стоимость он может за него уплатить, если ставка банковского процента составляет  $i$  %? Исходные данные к заданию приведены в таблице 1.12.

Таблица 1.12 – Исходные данные к заданию 6 лабораторной работы 2

Вариант	Доход от использования проекта, тыс. руб.	$i$ , %
1	1 год – 100 2 год – 130	10
2	1 год – 623 2 год – 856	6
3	1 год – 896 2 год – 459	7
4	1 год – 233 2 год – 856	8
5	1 год – 756 2 год – 1 566	9

**Задание 7.** Инвестиции в сумме  $a$  тыс. руб. принесут дополнительный доход по схеме 1, указанной в таблице. Ставка дисконтирования равна  $i$  %. Рассчитайте чистую

приведенную стоимость проекта и сравните ее с чистой приведенной стоимостью того же проекта, но при равномерном поступлении доходов по схеме 2. Сделайте выводы. Исходные данные к заданию приведены в таблице 1.13.

Таблица 1.13 – Исходные данные к заданию 7 лабораторной работы 2

Вариант	$a$ , тыс. руб.	Доход от инвестиций, тыс. руб.	$i$ , %
1	750	Схема 1: 1 год – 230 2 год – 370 3 год – 600 Схема 2: ежегодно по 400	23
2	380	Схема 1: 1 год – 150 2 год – 365 3 год – 235 Схема 2: ежегодно по 250	15
3	580	Схема 1: 1 год – 123 2 год – 356 3 год – 679 Схема 2: ежегодно по 386	20
4	965	Схема 1: 1 год – 391 2 год – 496 3 год – 682 Схема 2: ежегодно по 523	18
5	1 025	Схема 1: 1 год – 563 2 год – 663 3 год – 670 Схема 2: ежегодно по 632	13

**Задание 8.** Вложена начальная инвестиция  $a$  млн руб. В первый год вкладывается еще  $b$  млн руб. Рассчитать срок окупаемости простого и дисконтированного потока для ставки дисконтирования  $i$  %. Подтвердить найденные значения соответствующим 2d-графиком, на котором отразить изменения кумулятивных денежных потоков по годам (для двух видов потоков). Исходные данные к заданию приведены в таблице 1.14.

Таблица 1.14 – Исходные данные к заданию 8 лабораторной работы 2

Вариант	$a$ , млн руб.	$b$ , млн руб.	Предполагаемые денежные доходы, млн руб.	$i$ , %
1	10	1	1 год – 3 2 год – 5 3 год – 8	10
2	2	3	1 год – 0,3 2 год – 5,9 3 год – 1,3	15
3	5	0,3	1 год – 1,3 2 год – 4,4 3 год – 3	13
4	0,9	1,2	1 год – 3 2 год – 4,9 3 год – 5,6	18

5	3	2,9	1 год – 1 2 год – 3,6 3 год – 4,1	13
---	---	-----	---	----

**Задание 9.** Инвестиционный проект требует первоначальных вложений в размере  $a$  тыс. руб. Выгодно ли осуществить данный проект, если процентная ставка  $i$  %? Исходные данные к заданию приведены в таблице 1.15.

Таблица 1.15 – Исходные данные к заданию 9 лабораторной работы 2

Вариант	$a$ , тыс. руб.	Планируемые доходы, тыс. руб.	$i$ , %
1	18 000	1 год – 11 000 2 год – 12 650	– 10 – 15
2	1 000	1 год – 500 2 год – 650	– 6 – 8
3	13 000	1 год – 800 2 год – 1 500	– 12 – 14
4	2 550	1 год – 350 2 год – 500	– 7 – 9
5	6 523	1 год – 965 2 год – 3 296	– 11 – 16

**Задание 10.** Инвестор планирует вложить в проект некоторую сумму денег. Планируемые денежные потоки от операционной деятельности по годам представлены в таблице. Определить финансовые показатели проекта: чистую дисконтированную стоимость, внутреннюю доходность проекта, индекс рентабельности, времена окупаемости. Построить финансовый профиль проекта. Провести анализ для разных ставок дисконтирования. По индексу рентабельности сделайте вывод, при каких ставках дисконтирования инвестору следует принять проект. Исходные данные к заданию приведены в таблицах 1.16–1.20.

Таблица 1.16 – Исходные данные к заданию 10 вариант 1 лабораторной работы 2

Год	Выручка	Затраты	Налоги и сборы	Инвестиции	Чистый денежный поток
0				-500000	-500000
1	1388000	1240761	22086		125153
2	1642000	1441951	30007		170042
3	1833650	1557899	41363		234388
4	1568000	1397181	25623		145196

Таблица 1.17 – Исходные данные к заданию 10 вариант 2 лабораторной работы 2

Год	Выручка	Затраты	Налоги и сборы	Инвестиции	Чистый денежный поток
0				-400000	-400000
1	1436000	1250761	24086		161153
2	1348070	1241051	25808		81211
3	1769654	1636954	68325		64375
4	1965326	1639651	32659		293016

Таблица 1.18 – Исходные данные к заданию 10 вариант 3 лабораторной работы 2

Год	Выручка	Затраты	Налоги и сборы	Инвестиции	Чистый денежный поток
0				-64000	-64000
1	229760	200122	3853,76		25784,5
2	215691	198568	4129,28		12993,8
3	283145	261913	10932		10300
4	314452	262344	5225,44		46882,6

Таблица 1.19 – Исходные данные к заданию 10 вариант 4 лабораторной работы 2

Год	Выручка	Затраты	Налоги и сборы	Инвестиции	Чистый денежный поток
0				-84000	-84000
1	301560	262660	5058,06		33842,1
2	283095	260621	5419,68		17054,3
3	371627	343760	14348,3		13518,8
4	412718	344327	6858,39		61533,4

Таблица 1.20 – Исходные данные к заданию 10 вариант 5 лабораторной работы 2

Год	Выручка	Затраты	Налоги и сборы	Инвестиции	Чистый денежный поток
0				-116000	-116000
1	416440	362721	6984,94		46734,4
2	390940	359905	7484,32		23551,2
3	513200	474717	19814,3		18668,8
4	569945	475499	9471,11		84974,6

### Требования к отчету

По итогу выполнения лабораторной работы необходимо написать и оформить отчет. Отчет выполняется в MS Word или его аналогах.

*Требования к содержанию отчета.* Структурные элементы отчета:

1. Титульный лист
2. Оглавление
3. Основная часть:
  - Номер варианта
  - Формулировка задания с исходными данными
  - Скриншоты выполненных заданий из Mathcad и необходимые пояснения к ним (какие формулы применили для расчетов, как их выводили (если такое выполняли), какие финансовые функции Mathcad применили для решения задач и какие финансовые параметры были найдены с их помощью)
4. Выводы по лабораторной работе

*Требования к оформлению отчета:* отчет по лабораторной работе оформляется в соответствии с [ОС ТУСУР 02-2021](#).

### Защита лабораторной работы

После проверки отчета и файла Mathcad преподаватель задает 4 дополнительных вопроса по лабораторной работе.

#### 1.3 Лабораторная работа 3 «Построение модели межотраслевого баланса»

**Цель работы:** Научить строить модель межотраслевого баланса. Рассчитывать матрицы межотраслевого баланса (в том числе вводить данные в виде матриц, производить действия с матрицами: транспонирование, умножение, находить суммы элементов).

**Рекомендации по подготовке к работе:** перед выполнением лабораторной работы рекомендуется повторить лекционный материал по соответствующей теме.

**Содержание и порядок выполнения работы:** работа состоит из 3 задач, в которых необходимо рассчитывать матрицы межотраслевого баланса в Mathcad в соответствии со своим номером варианта.

#### Варианты заданий к лабораторной работе

**Задание 1.** Для трехотраслевой экономической системы заданы матрица коэффициентов прямых материальных затрат  $A$  и вектор конечной продукции  $Y$ . Найти:

- Матрицу межотраслевых поставок.
- Матрицу полных затрат
- Объем валовой продукции (для каждой отрасли).
- Объемы чистой продукции. Составить межотраслевой баланс производства и потребления

Выполнить проверку проведенных вычислений с использованием принципа единства стоимостного и материального состава. Составить межотраслевой баланс производства и потребления (принципиальная схема МОБ).

Пояснить, как находили и осуществляли проверку указанных параметров, как составляли МОБ.

Исходные данные к заданию приведены в таблице 1.21.

Таблица 1.21 – Исходные данные к заданию 1 лабораторной работы 3

Вариант	$A$	$Y$
1	$\begin{pmatrix} 0.1 & 0.05 & 0.2 \\ 0.3 & 0.00 & 0.15 \\ 0.2 & 0.4 & 0.00 \end{pmatrix}$	(155 25 20)
2	$\begin{pmatrix} 0.1 & 0.5 & 0.2 \\ 0.4 & 0.00 & 0.15 \\ 0.2 & 0.2 & 0.03 \end{pmatrix}$	(128 36 57)
3	$\begin{pmatrix} 0 & 0.08 & 0.12 \\ 0.13 & 0.1 & 0.7 \\ 0.8 & 0 & 0.08 \end{pmatrix}$	(32 75 196)
4	$\begin{pmatrix} 0.1 & 0.03 & 0.7 \\ 0.4 & 0.03 & 0.2 \\ 0.5 & 0.3 & 0.1 \end{pmatrix}$	(526 165 223)
5	$\begin{pmatrix} 0.56 & 0.14 & 0.1 \\ 0.2 & 0.7 & 0 \\ 0.04 & 0.09 & 0.1 \end{pmatrix}$	(12 156 756)

**Задание 2.** Таблица исходных данных содержит данные межотраслевого баланса (стоимости средств производства, произведенных в каждой отрасли и потребленных другими отраслями, и валовая продукция) трех секторов экономики. При этом затраты живого труда для этих секторов равны  $L$ .

Найти:

- Матрицу коэффициентов прямых затрат.
- Матрицу полных затрат.
- Конечный объем продукции для каждой отрасли (вектор конечного объема продукции).
- Объемы чистой продукции.

Составить межотраслевой баланс производства и потребления.

Пояснить, как находили и осуществляли проверку указанных параметров, как составляли МОБ.

- Проверить продуктивность матрицы коэффициентов прямых затрат.
- Коэффициенты прямой и полной трудоемкости.
- Затраты труда на конечную продукцию.
- Межотраслевые затраты труда.

Составить межотраслевой баланс труда.

Выполнить проверку проведенных вычислений (рассчитать балансы).

Поясните, как находили и осуществляли проверку указанных параметров, как составляли МОБ.

Исходные данные к заданию приведены в таблицах 1.22–1.26.

Таблица 1.22 – Исходные данные к заданию 2 вариант 1 лабораторной работы 3

$$L = (910 \quad 719 \quad 637)$$

Производящие отрасли	Потребляющие отрасли			
	Межотраслевые поставки			Валовая продукция
	1	2	3	
Промышленность (1)	20,00	5,00	20,00	200
Сельское хозяйство (2)	60,00	0,00	15,00	100
Транспорт (3)	40,00	40,00	0,00	100

Таблица 1.23 – Исходные данные к заданию 2 вариант 2 лабораторной работы 3

$$L = (563 \quad 785 \quad 639)$$

Производящие отрасли	Потребляющие отрасли			
	Межотраслевые поставки			Валовая продукция
	1	2	3	
Промышленность (1)	15	53	5	123
Сельское хозяйство (2)	36	10	9	321
Транспорт (3)	23	14	0	169

Таблица 1.24 – Исходные данные к заданию 2 вариант 3 лабораторной работы 3

$$L = (263 \quad 896 \quad 415)$$

Производящие отрасли	Потребляющие отрасли			
	Межотраслевые поставки			Валовая продукция
	1	2	3	
Промышленность (1)	32	53	46	234
Сельское хозяйство (2)	76	22	84	456
Транспорт (3)	53	96	64	298

Таблица 1.25 – Исходные данные к заданию 2 вариант 4 лабораторной работы 3

$$L = (456 \ 159 \ 753)$$

Производящие отрасли	Потребляющие отрасли			Валовая продукция
	Межотраслевые поставки			
	1	2	3	
Промышленность (1)	26	78	96	896
Сельское хозяйство (2)	16	23	86	423
Транспорт (3)	77	19	21	963

Таблица 1.26 – Исходные данные к заданию 2 вариант 5 лабораторной работы 3

$$L = (789 \ 167 \ 635)$$

Производящие отрасли	Потребляющие отрасли			Валовая продукция
	Межотраслевые поставки			
	1	2	3	
Промышленность (1)	42	36	74	236
Сельское хозяйство (2)	35	100	43	469
Транспорт (3)	49	51	88	222

**Задание 3.** В таблице исходных данных приведены коэффициенты прямых затрат отчетного межотраслевого баланса, объемы конечной продукции в млн руб. и затраты живого труда по трем отраслям промышленности.

Составить межотраслевой баланс затрат труда и выполнить проверку проведенных вычислений.

Поясните, как составляли МОБ (находили необходимые параметры и осуществляли их проверку).

Исходные данные к заданию приведены в таблицах 1.27–1.31.

Таблица 1.27 – Исходные данные к заданию 3 вариант 1 лабораторной работы 3

Производящие отрасли	Потребляющие отрасли			Конечная продукция
	Коэффициенты прямых затрат			
	1	2	3	
Энергетическая промышленность (1)	0,2	0,3	0,2	160
Машиностроение (2)	0,4	0,1	0,3	443
Авиационная промышленность (3)	0,3	0,5	0,1	466
Затраты живого труда	910	719	637	

Таблица 1.28 – Исходные данные к заданию 3 вариант 2 лабораторной работы 3

Производящие отрасли	Потребляющие отрасли			Конечная продукция
	Коэффициенты прямых затрат			
	1	2	3	
Энергетическая промышленность (1)	0.7	0.1	0.2	263
Машиностроение (2)	0.04	0.6	0.3	214
Авиационная промышленность (3)	0.09	0.2	0.5	563
Затраты живого труда	862	236	569	

Таблица 1.29 – Исходные данные к заданию 3 вариант 3 лабораторной работы 3

Производящие отрасли	Потребляющие отрасли			Конечная продукция
	Коэффициенты прямых затрат			
	1	2	3	
Энергетическая промышленность (1)	0.2	0.4	0.2	23
Машиностроение (2)	0.3	0.2	0.4	145
Авиационная промышленность (3)	0.4	0.3	0.2	963
Затраты живого труда	236	785	456	

Таблица 1.30 – Исходные данные к заданию 3 вариант 4 лабораторной работы 3

Производящие отрасли	Потребляющие отрасли			Конечная продукция
	Коэффициенты прямых затрат			
	1	2	3	
Энергетическая промышленность (1)	0.12	0.16	0.5	123
Машиностроение (2)	0.15	0.14	0.3	856
Авиационная промышленность (3)	0.3	0.4	0.12	456
Затраты живого труда	412	563	489	

Таблица 1.31 – Исходные данные к заданию 3 вариант 5 лабораторной работы 3

Производящие отрасли	Потребляющие отрасли			Конечная продукция
	Коэффициенты прямых затрат			
	1	2	3	
Энергетическая промышленность (1)	0.01	0.62	0.25	236
Машиностроение (2)	0.5	0.1	0.3	458
Авиационная промышленность (3)	0.36	0.25	0.2	963
Затраты живого труда	122	185	143	

### Требования к отчету

По итогу выполнения лабораторной работы необходимо написать и оформить отчет. Отчет выполняется в MS Word или его аналогах.

*Требования к содержанию отчета.* Структурные элементы отчета:

1. Титульный лист
2. Оглавление
3. Основная часть:
  - Номер варианта
  - Формулировка задания с исходными данными
  - Скриншоты выполненных заданий из Mathcad и необходимые пояснения к ним
4. Выводы по лабораторной работе

*Требования к оформлению отчета:* отчет по лабораторной работе оформляется в соответствии с [ОС ТУСУР 02-2021](#).

### Защита лабораторной работы

После проверки отчета и файла Mathcad преподаватель задает 4 дополнительных вопроса по лабораторной работе.

## 1.4 Лабораторная работа 4 «Построение модели оптимизационных задач»

**Цель работы:** Научить строить математическую модель оптимизационных задач средствами Mathcad. Выделять управляемые переменные, целевую функцию, ограничения, затем строить систему уравнений. Применять блок given - maximize (minimize) для решения матричных уравнений. Анализировать полученное решение. Строить графики результата.

**Рекомендации по подготовке к работе:** перед выполнением лабораторной работы рекомендуется повторить лекционный материал по соответствующей теме.

**Содержание и порядок выполнения работы:** работа состоит из 4 задач, в которых необходимо провести ряд оптимизационных действий в Mathcad в соответствии со своим номером варианта.

### Задание на лабораторную работу

**Задание 1.** Фирма по сборке компьютеров предполагает производить выпуск 3 новых моделей при использовании комплектующих 5 типов. Маркетинговые исследования показали возможность сбыта компьютеров по приемлемым продажным ценам. Необходимые данные по запасам комплектующих, и ценам приведены в таблице. Определить оптимальные объемы выпуска компьютеров при имеющихся ресурсах для получения максимальной прибыли.

Исходные данные к заданию приведены в таблице 1.32.

Таблица 1.32 – Исходные данные к заданию 1 лабораторной работы 4

Вид комплектующих	Расход комплектующих ед./изд. Модели ПК			Запас комплектующих. (ед.)
	Модель 1	Модель 2	Модель 3	
1	4	6	5	240
2	1	3	4	145
3	5	2	3	155
4	2	2	2	60
5	1	2	3	70
Затраты на 1 изд.	1800	2700	2100	
Цена реализации(усл.ед.)	10000	35000	20000	

**Задание 2.** Фирма по сборке компьютеров (см. задание 1) получила заказ на следующий выпуск компьютеров: 1 модель - не менее 8 шт., 2 модель- не менее 10 шт., 3 модель- не менее 3 шт. Данные по запасам комплектующих и ценам приведены в таблице с исходными данными (см. задание 1). Определить прибыль при заданном плане и имеющихся ресурсах. Можно ли выполнить такой план?

**Задание 3.** Необходимо укомплектовать штат работников в диспетчерской фирме в соответствии со следующими требованиями: каждый день недели должно работать определенное количество работников (см. таблицу 1.33). При этом служащие должны иметь два выходных дня. В каждой группе – не менее 2 человек. Руководитель фирмы заинтересован в экономии заработной платы. Обеспечить работу в течение недели фирмы в соответствии с ресурсным планом при минимальном фонде заработной платы.

Таблица 1.33 – Потребность в работниках каждый день недели

День	Вс.	Пн.	Вт.	Ср.	Чт.	Пт.	Сб.
Кол. работников	22	17	13	14	15	18	24

**Задание 4.** Крупное структурное предприятие состоит из 6 подразделений, каждый из которых выпускает по 1 виду продукции. Отношения между подразделениями определены технологической матрицей прямых затрат. В таблице 1.34 ниже указаны нормы прямых затрат подразделений, используемых в качестве промежуточного продукта для выпуска единицы продукции для каждого подразделения. Известны максимально допустимые ресурсы подразделений предприятия. Известны цены на готовую продукцию, которая направляется на внешний рынок. Оптимизировать новую программу – плановую валовую продукцию, так, чтобы распределение готовой продукции на собственные потребности и экспорт, давало максимальный доход от реализованной продукции.

Таблица 1.34 – Нормы прямых затрат подразделений

	Подразд-ие 1	Подразд-ие 2	Подразд-ие 3	Подразд-ие 4	Подразд-ие 5	Подразд-ие 6	Цена
Подразд-ие 1	0,01	0,03	0,05	0,07	0,09	0,12	2
Подразд-ие 2	0,03	0,05	0,06	0,08	0,1	0,13	6
Подразд-ие 3	0,05	0,07	0,07	0,09	0,11	0,14	3
Подразд-ие 4	0,07	0,09	0,08	0,1	0,12	0,15	7
Подразд-ие 5	0,09	0,11	0,09	0,11	0,13	0,16	8
Подразд-ие 6	0,11	0,13	0,1	0,12	0,14	0,17	1
Ресурсы подразд-ий	400	300	900	500	450	250	

### Требования к отчету

По итогу выполнения лабораторной работы необходимо написать и оформить отчет. Отчет выполняется в MS Word или его аналогах.

*Требования к содержанию отчета.* Структурные элементы отчета:

1. Титульный лист
2. Оглавление
3. Основная часть:
  - Номер варианта
  - Формулировка задания с исходными данными
  - Скриншоты выполненных заданий из Mathcad и необходимые пояснения к ним
4. Выводы по лабораторной работе

*Требования к оформлению отчета:* отчет по лабораторной работе оформляется в соответствии с [ОС ТУСУР 02-2021](#).

## 1.5 Лабораторная работа 5 «Построение имитационной модели»

**Цель работы:** Научить строить модель задачи, в которой ключевые данные не могут быть точно определены. Показать, как выделить стохастические переменные, выбрать и построить для них закон распределения. Представить, как провести *анализ* результата.

**Рекомендации по подготовке к работе:** перед выполнением лабораторной работы рекомендуется повторить лекционный материал по соответствующей теме.

**Содержание и порядок выполнения работы:** работа состоит из одной задачи, в которой необходимо применить метод Монте-Карло, использовать специальные функции Mathcad для работы со случайными величинами. Результаты представить в виде статистических показателей и функций распределения.

### Задание на лабораторную работу

Научно-издательский центр предоставляет издательские услуги по заказам клиентов. Из денежных средств от этой деятельности планируется инвестировать в новый проект  $I$  руб. Количество  $Q$  и стоимость  $P$  заказов – величины постоянно меняющиеся. Затраты составляют в среднем  $f\%$  от стоимости заказов.

На основе анализа деятельности центра за прошедший год сделаны предположения о значениях показателей в месяц (см. таблицу 1.35).

Таблица 1.35 – Прогнозные значения показателей научно-издательского центра

Показатели (значения в месяц)	Вероятное значение	Пределы изменения
Количество заказов $Q$ (шт.)	$Q_0$	
Ежемесячный процент изменения числа заказов $dQ$ (%)		От $a\%$ до $b\%$

Стоимость заказа (руб.)	$P_2$	От $P_1$ до $P_3$
Процент затрат от стоимости заказа (%)	$f$	

Количество заказов определяется как сумма количества заказов  $Q$  в предшествующем месяце и его изменения  $dQ$ , которое флуктуирует между  $a$  % уменьшения и  $b$ % увеличения. Для расчета принимается среднее количество заказов в месяц за прошедший год ( $Q_0$ ). Прибыль фирмы  $GS$  за год – сумма месячных прибылей с учетом процента затрат. Прибыль за месяц  $G$  определяется как произведение случайных величин количества заказов в месяц  $Q$  и стоимости заказа  $P$ .

Изменение количества заказов в течение месяца  $dQ$  происходит по равномерному распределению, изменение стоимости заказа  $P$  – по нормальному распределению (количество реализаций – 500 и 10 000 значений). Вероятность возможных значений стоимостей заказов приведена в таблице 1.36.

Таблица 1.36 – Вероятность возможных значений стоимостей заказов научно-издательского центра

$P$ , руб.	Вероятность $p$
$P_1$	$p_1$
$P_2$	$p_2$
$P_3$	$p_3$

Необходимо оценить, какую прибыль может получить научно-издательский центр за год при таких условиях и насколько она отличается от суммы инвестиций.

Исходные данные к заданию приведены в таблице 1.37.

Таблица 1.37 – Исходные данные к заданию лабораторной работы 5

Вариант	$I$ , руб.	$f$ , %	$Q_0$ , шт.	$[a; b]$ , %	$P_1$ , руб.	$P_2$ , руб.	$P_3$ , руб.	$p_1$	$p_2$	$p_3$
1	5 000 000	35	220	-6;6	2690	3126	3557	0.2	0.5	0.3
2	2 100 000	15	150	-1;1	1000	1200	1500	0.1	0.5	0.4
3	2 000 000	20	120	-5; 8	1400	1800	2000	0.25	0.5	0.25
4	3 000 000	10	569	2; 10	336	425	529	0.15	0.5	0.35
5	450 000	25	857	1; 6	52	63	74	0.25	0.45	0.3

### Требования к отчету

По итогу выполнения лабораторной работы необходимо написать и оформить отчет. Отчет выполняется в MS Word или его аналогах.

*Требования к содержанию отчета.* Структурные элементы отчета:

1. Титульный лист
2. Оглавление
3. Основная часть:
  - Номер варианта
  - Формулировка задания с исходными данными
  - Скриншоты выполненных заданий из Mathcad и необходимые пояснения к ним
4. Выводы по лабораторной работе

*Требования к оформлению отчета:* отчет по лабораторной работе оформляется в соответствии с [ОС ТУСУР 02-2021](#).

## 1.6 Лабораторная работа 6 «Моделирование экономических задач с использованием нечетких множеств»

**Цель работы:** Познакомить с нечеткими множествами. Научить ставить задачу для построения нечетко-множественной модели. Показать, как строить нечеткие множества и производить действия над ними в Mathcad. Представить методы решения нечетко-множественной модели в процессе решения задач.

**Рекомендации по подготовке к работе:** перед выполнением лабораторной работы рекомендуется повторить лекционный материал по соответствующей теме.

### Задание на лабораторную работу

Предполагается, что, скорее всего, к началу проекта будут получены начальные инвестиции в размере  $I_2$  млн руб. Но в зависимости от условий наиболее вероятная сумма инвестиций может меняться от  $I_1$  до  $I_3$  млн руб. Срок реализации проекта составит  $n$  лет, в каждый из которых он будет в среднем наиболее вероятно приносить  $V_2$  млн руб., однако прибыль может колебаться в пределах от  $V_1$  до  $V_3$  (считаем, что прибыль каждый год будет одинаковой). Для ставки дисконтирования  $r$  пределы изменения и наиболее вероятное значение задается самостоятельно с учетом рассчитанной внутренней доходности. Исследовать проект на основе чистой современной стоимости и внутренней доходности, дать ответ – можно ли принять такой проект и при каких условиях. Проиллюстрировать полученное решение и ход его получения необходимыми графиками.

Исходные данные к заданию приведены в таблице 1.38.

Таблица 1.38 – Исходные данные к заданию лабораторной работы 6

Вариант	$I$ , млн руб.	$n$ , лет	$V$ , млн руб.
1	(1.9; 2; 2.1)	2	(0.6; 1.3; 2)
2	(5.82; 6; 6.25)	3	(1.56; 2.4; 3.24)
3	(2.9; 3; 3.1)	2	(1.3; 2; 2.7)
4	(14.6; 15; 15.6)	6	(3.2; 5; 6.8)
5	(8.25; 8.5; 9)	4	(2.6; 4.1; 5.5)

### Требования к отчету

По итогу выполнения лабораторной работы необходимо написать и оформить отчет. Отчет выполняется в MS Word или его аналогах.

*Требования к содержанию отчета.* Структурные элементы отчета:

1. Титульный лист
2. Оглавление
3. Основная часть:
  - Номер варианта
  - Формулировка задания с исходными данными
  - Скриншоты выполненных заданий из Mathcad и необходимые пояснения к ним
4. Выводы по лабораторной работе

*Требования к оформлению отчета:* отчет по лабораторной работе оформляется в соответствии с [ОС ТУСУР 02-2021](#).

## **2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ**

### **2.1 Общие положения**

Целями самостоятельной работы является систематизация, расширение и закрепление теоретических знаний, приобретение навыков математического и компьютерного моделирования.

Самостоятельная работа по дисциплине «Компьютерное моделирование экономических процессов» включает следующие виды активности студента:

- проработка лекционного материала;
- изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины, вынесенных для самостоятельной подготовки;
- подготовка к контрольной работе;
- подготовка к промежуточной аттестации.

### **2.2 Проработка лекционного материала**

Данный вид самостоятельной работы направлен на получение навыков работы с конспектом, структурирования материала, а также умения выделить основные пункты и положения, изложенные на лекции.

Целесообразно ознакомиться с информацией, представленной в файлах, содержащих презентации лекций, предоставляемых преподавателем. Кроме того, проработка лекционного материала способствует более глубокому пониманию и прочному запоминанию теоретической части дисциплины.

Проработка лекционного материала включает деятельность, связанную с изучением рекомендуемых преподавателем источников, в которых отражены основные моменты, затрагиваемые в ходе лекций.

Важное место отведено работе с собственноручно составленным конспектом лекций. При конспектировании во время лекции помните, что не следует записывать все, что говорит и/или демонстрирует лектор: старайтесь выявить главное и записать только это. Цель конспекта – формирование целостного логически выстроенного взгляда на круг вопросов, затрагиваемых в ходе изучения соответствующей темы.

При проработке лекционного материала необходимо:

- отработать прослушанную лекцию (прочитать конспект, прочитать дополнительную литературу по аналогичной теме и сопоставить записи с конспектом) и восполнить пробелы в знаниях, если таковые обнаружались;
- перед каждой последующей лекцией прочитать предыдущую, чтобы обновить знания для восприятия последующей новой информации.

### **2.3 Самостоятельное изучение тем теоретической части курса**

В ходе изучения дисциплины некоторые из тем курса выносятся исключительно на самостоятельное изучение. Следует обратить внимание на то, что работа по этим темам включает как подбор источников, так и изучение их содержания.

В зависимости от особенностей усвоения учебного материала студентами и объема аудиторной работы некоторые из вопросов, рассматриваемые в ходе проведения лекций и лабораторных работ, могут быть также вынесены в формат самостоятельного изучения. Для самостоятельного изучения студентам предлагаются следующие темы:

- Символьные вычисления и символьный вывод данных в Mathcad.
- Символьное решение алгебраических уравнений.
- Построение графика в полярной системе координат.

- Форматирование рядов данных.
- Создание анимации графиков.
- Решение нелинейных систем уравнений.
- Интегрирование в Mathcad.
- Дифференцирование в Mathcad.
- Справочная система Mathcad.

#### **2.4 Подготовка к контрольной работе**

Для успешного выполнения контрольной работы рекомендуется добросовестно и осознанно выполнить все лабораторные работы, приведенные выше.

Примерные вопросы представлены в рабочей программе дисциплины.

#### **2.5 Подготовка к промежуточной аттестации**

Для подготовки к промежуточной аттестации рекомендуется повторить соответствующий тематике лекционный материал.

Подготовка к промежуточной аттестации осуществляется по вопросам, приведенным в рабочей программе дисциплины.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Зариковская, Н. В. Моделирование систем: Учебное пособие [Электронный ресурс] / Н. В. Зариковская. — Томск: ТУСУР, 2018. — 165 с. — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/8169> (дата обращения 18.07.2021).
2. Мицель, А. А. Математическое и имитационное моделирование экономических процессов в MATHCAD: Лабораторный практикум [Электронный ресурс] / А. А. Мицель. — Томск: ТУСУР, 2019. — 141 с. — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/9148> (дата обращения 18.07.2021).
3. Решение задач в пакете MathCAD : методические указания по выполнению лабораторных работ № 1 – 5 по информатике для студентов дневной формы обучения [Электронный ресурс] / сост. Н. Д. Белова. — Хабаровск : Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2007. — 51 с. — Режим доступа: [https://pnu.edu.ru/media/filer\\_public/2013/02/25/mathcad.pdf](https://pnu.edu.ru/media/filer_public/2013/02/25/mathcad.pdf) (дата обращения 05.08.2021).
4. Салмина, Н. Ю. Моделирование социально-экономических систем и процессов: Учебное пособие [Электронный ресурс] / Салмина Н. Ю. — Томск: ТУСУР, 2016. — 198 с. — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/6416> (дата обращения 29.07.2021).
5. Самоучитель работы с универсальной математической системой Mathcad [Электронный ресурс] / Сост. С. И. Калмыкова. — Волгоград : Изд-во Волгогр. гос. с.-х. акад., 2006. — 72 с. — Режим доступа: [https://www.volgau.com/Portals/0/common/13/130315/method\\_mathcad.pdf](https://www.volgau.com/Portals/0/common/13/130315/method_mathcad.pdf) (дата обращения 09.08.2021).