

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Баламирзоев Назим Лиодикович  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 14.04.2026 15:24:09  
Уникальный программный ключ:  
5cf0d6f89e80f49a334f6a4ba88e91f3326b9926

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ Р**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
**государственный технический университет»**

" , "



## **МЕТОДИЧЕСКИЕ**

" К - "

21.03.02 - "



УДК 519.86 (075.8)

**Баламирзоев . . .**

Экономико-математические методы и моделирование [Текст] :  
метод. указания / . . . . – : ДГТУ, 2021.– 29 с.

Методические указания предназначены для студентов специальности «Землеустройство и кадастр». Они соответствуют рабочей программе дисциплины «Экономико-математические методы и моделирование» и содержат практические работы, варианты заданий по практическим работам. Методические указания могут быть использованы для студентов безотрывной формы обучения при выполнении контрольной работы по дисциплине «Экономико-математические методы и моделирование» и студентами дневного обучения при выполнении практических работ по этой дисциплине.

Содержание указаний соответствует рабочей программе дисциплины «Экономико-математические методы и моделирование».

Рецензент: . . . , зав. кафедрой прикладной математики и информатики ДГТУ, доцент, канд. физ.-мат. наук.

## Оглавление

Введение.....	4
Глава 1. Практическая работа №1. Методы математического программирования. Линейное программирование .....	6
1.1 Задание 1 к практической работе №1. Экономико-математическая модель задачи о прибыли экономической системы .....	6
1.2 Варианты задания 1 к практической работе №1 .....	7
1.3 Задание 2 к практической работе №1. Составление математической модели и решение с использованием Поиска решения в Excel .....	9
Глава 2. Практическая работа №2. Транспортная задача .....	22
2.1 Задание к практической работе №2 .....	22
2.2 Варианты задания к практической работе №2.....	22
Глава 3. Практическая работа №3 Балансовые модели.....	24
3.1 Задание к практической работе №3 .....	24
3.2 Варианты задания к практической работе №3.....	25
Глава 4. Практическая работа №4. Математико-статистические методы анализа и прогноза количественных показателей экономических систем ...	27
4.1 Задание к практической работе №4 .....	27
4.2 Варианты заданий к практической работе №4 .....	28
Библиографический список.....	29

## Введение

Госстандарт дисциплины «Экономико-математические методы и моделирование» для специальности «Землеустройство и кадастр» включает следующие темы: основы экономико-математического моделирования и статистическая обработка информации; основы экономико-математического моделирования: методы математического программирования для решения задач; методы подготовки исходной информации для моделирования; экономико-математический анализ на основе оптимальных решений; система экономико-математических моделей для решения задач; экономико-математическое моделирование при обосновании проектов и схем землеустройства; экономико-математические методы в рабочем проектировании.

Статистическая обработка информации: статистическое наблюдение; группировка и сводка результатов наблюдений; контроль данных и характеристика ошибок статистического наблюдения; построение статистических таблиц и графическое отражение информации; методы выявления связей между показателями; статистические ряды; вариационные ряды; выборочный метод; использование корреляционного метода, математическое моделирование и регрессионный анализ.

В настоящее время в землеустроительной проектной организации стационарные службы и частные землемеры оснащены современной техникой. Землеустроительные организации нуждаются в инженерных кадрах, хорошо владеющими математическими методами обработки кадастровой информации. Математический метод в землеустройстве обусловлен тем, что основные решения проектов землеустройства имеют многовариантный характер, а искомые величины, как правило, выражают численно, их можно связать с системой уравнений, неравенств и объединить с целевой установкой.

Для решения землеустроительных задач различных классов используют разнообразные виды экономических, математических моделей, позволяющих проводить анализ использования земельных ресурсов, выявить определённые тенденции и находить оптимальные варианты устройства территории.

Целесообразность применения математических методов.

Математические модели позволяют принимать наиболее целесообразные решения по перераспределению, использованию и охране земельных ресурсов от конкретных с/х предприятий до народного хозяйства в целом.

Оптимальные планы использования производственных ресурсов, связанных с землёй, способствуют достижению заданных объёмов производства при минимальных затратах труда и средств. В результате будет увеличиваться производительность труда.

Создаются наилучшие организационно-производственные условия, следовательно, достигается повышение урожайности с/х культур, повышение плодородия, прекращение процессов эрозии, высоко-производительное использование техники.

Улучшение качества подготовки информации и её использования, при этом землеустроительная наука получает возможность стать более точной.

Улучшение экономических, экологических, социальных, технических показателей проекта землеустройства.

Математические методы позволяют с большой точностью проверять и оценивать реальную значимость теоретических моделей и прогнозировать развитие землевладения и землепользования на перспективу.

Это связующее звено между землеустройством, естественными и техническими науками, изучающими сельское хозяйство, как с природоохранительной, так и с экономической и социальной сторон.

Внедрение математических методов и вычислительной техники в землеустройство позволяет перестроить всю систему землеустроительного проектирования, организацию планирования землеустроительных работ, освобождает значительное количество квалифицированных работников от малопродуктивного труда.

В отличие от других экономических решений, землеустроительные решения всегда могут идентифицироваться на местности в виде определённой пространственной организации территории, представленной системой севооборотов, полей, рабочих участков, дорог.

### **Указания к выполнению заданий**

Студенты дневного отделения выполняют задания, содержащиеся в данной работе во время проведения занятий, причём вариант задания даётся по списку преподавателя. Отчет по выполненной работе должен содержать условие, последовательность действий при выполнении задания, результаты и, где необходимо, экономическую интерпретацию.

Студенты заочного обучения выполняют контрольную работу, содержащую задания 1 и 2 из практической работы №1, задание 1 из практической работы №2, задание 1 из практической работы №3. По каждому заданию должно быть записано условие, последовательность действий при выполнении задания, результаты и, где необходимо, экономическая интерпретация. Вариант задания выбирается для студентов заочного отделения – по сумме трёх последних цифр зачётной книжки.

## **Глава 1. Практическая работа №1 Методы математического программирования Линейное программирование**

### **1.1 Задание 1 к практической работе №1**

### **1.2 Экономико-математическая модель задачи о прибыли экономической системы**

#### **Указания**

Отчёт по работе своего варианта должен содержать два файла: файл решения задачи, выполненный в электронных таблицах EXCEL, файл с пояснениями решения, выполненный в WORD.

#### **Постановка задачи.**

Предприятие выпускает два вида продукции, используя три вида ресурсов.

**Приняты обозначения:**

$A$  – матрица норм затрат ресурсов на единицу продукции каждого вида

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \\ a_{31} & a_{32} \end{bmatrix};$$

$B$  – запасы ресурсов каждого вида соответственно;  $B = (b_1; b_2; b_3)$ ;

$C$  – прибыль на единицу продукции каждого вида;  $C = (c_1; c_2)$ .

Определить план выпуска изделий, обеспечивающих максимальную прибыль.

1) С помощью данных, приведённых в таблице вариантов заданий, составить математическую модель задачи.

2) Определить план выпуска изделий, обеспечивающих максимальную прибыль с помощью симплексного метода.

3) Составить двойственную задачу, найти оптимальное решение двойственной задачи с помощью теорем двойственности, указать дефицитные для предприятия ресурсы.

4) Проанализировать, как изменится величина максимальной прибыли предприятия в результате изменения запаса  $i$ -го ресурса на величину  $\Delta b_i$ .

5) Проанализировать целесообразность включения в план новой продукции, если норма затрат  $i$  – го ресурса на продукцию составят  $a_{i3}$ , а прибыль от одной единицы  $c_3$ .

6) Выполнить решение и проанализировать чувствительность решения к изменению запасов сырья и к изменению коэффициентов целевой функции, используя модуль Поиск решения в табличном процессоре EXCEL.

### 1.2 Варианты задания 1 к практической работе №1

Таблица 1.1

1	$A = \begin{bmatrix} 16 & 4 \\ 8 & 7 \\ 5 & 9 \end{bmatrix}$	$B = [784 \quad 552 \quad 567]$	$C = [6 \quad 4]$	$\Delta b_1 = 50$ $a_{13} = 3; a_{23} = 1; a_{33} = 2;$ $c_3 = 4$
2	$A = \begin{bmatrix} 12 & 3 \\ 10 & 5 \\ 3 & 6 \end{bmatrix}$	$B = [684 \quad 690 \quad 558]$	$C = [6 \quad 2]$	$\Delta b_3 = 30$ $a_{13} = 3; a_{23} = 5; a_{33} = 1;$ $c_3 = 1$
3	$A = \begin{bmatrix} 8 & 3 \\ 7 & 6 \\ 4 & 9 \end{bmatrix}$	$B = [864 \quad 864 \quad 945]$	$C = [2 \quad 3]$	$\Delta b_2 = 58$ $a_{13} = 6; a_{23} = 1; a_{33} = 4;$ $c_3 = 5$
4	$A = \begin{bmatrix} 11 & 3 \\ 8 & 4 \\ 5 & 3 \end{bmatrix}$	$B = [671 \quad 588 \quad 423]$	$C = [5 \quad 2]$	$\Delta b_1 = 20$ $a_{13} = 3; a_{23} = 5; a_{33} = 1;$ $c_3 = 5$
5	$A = \begin{bmatrix} 15 & 4 \\ 11 & 5 \\ 9 & 10 \end{bmatrix}$	$B = [1095 \quad 865 \quad 1080]$	$C = [3 \quad 2]$	$\Delta b_2 = 40$ $a_{13} = 3; a_{23} = 5; a_{33} = 4;$ $c_3 = 5$

6	$A = \begin{bmatrix} 9 & 5 \\ 7 & 8 \\ 4 & 16 \end{bmatrix}$	$B = [1431 \quad 1224 \quad 1328]$	$C = [3 \quad 2]$	$\Delta_{B_3} = -100$ $a_{13} = 5; a_{23} = 5; a_{33} = 1;$ $c_3 = 5$
7	$A = \begin{bmatrix} 6 & 3 \\ 5 & 10 \\ 3 & 12 \end{bmatrix}$	$B = [714 \quad 910 \quad 948]$	$C = [3 \quad 9]$	$\Delta_{B_3} = 20$ $a_{13} = 8; a_{23} = 5; a_{33} = 1;$ $c_3 = 7$
8	$A = \begin{bmatrix} 9 & 4 \\ 6 & 7 \\ 3 & 8 \end{bmatrix}$	$B = [801 \quad 807 \quad 768]$	$C = [3 \quad 2]$	$\Delta_{B_2} = -50$ $a_{13} = 5; a_{23} = 4; a_{33} = 1;$ $c_3 = 9$
9	$A = \begin{bmatrix} 3 & 5 \\ 4 & 8 \\ 3 & 11 \end{bmatrix}$	$B = [453 \quad 616 \quad 627]$	$C = [2 \quad 3]$	$\Delta_{B_1} = 100$ $a_{13} = 3; a_{23} = 2; a_{33} = 4;$ $c_3 = 1$
10	$A = \begin{bmatrix} 10 & 9 \\ 5 & 11 \\ 4 & 15 \end{bmatrix}$	$B = [1870 \quad 1455 \quad 1815]$	$C = [7 \quad 9]$	$\Delta_{B_3} = 50$ $a_{13} = 3; a_{23} = 4; a_{33} = 1;$ $c_3 = 4$
11	$A = \begin{bmatrix} 5 & 2 \\ 3 & 3 \\ 2 & 3 \end{bmatrix}$	$B = [505 \quad 393 \quad 348]$	$C = [7 \quad 4]$	$\Delta_{B_1} = 40$ $a_{13} = 1; a_{23} = 3; a_{33} = 2;$ $c_3 = 3$
12	$A = \begin{bmatrix} 7 & 3 \\ 6 & 3 \\ 1 & 2 \end{bmatrix}$	$B = [1365 \quad 1245 \quad 650]$	$C = [6 \quad 5]$	$\Delta_{B_3} = 110$ $a_{13} = 5; a_{23} = 3; a_{33} = 1;$ $c_3 = 3$
13	$A = \begin{bmatrix} 6 & 2 \\ 4 & 3 \\ 3 & 4 \end{bmatrix}$	$B = [600 \quad 520 \quad 600]$	$C = [6 \quad 3]$	$\Delta_{B_2} = 50$ $a_{13} = 1; a_{23} = 6; a_{33} = 4;$ $c_3 = 4$
14	$A = \begin{bmatrix} 5 & 3 \\ 4 & 3 \\ 3 & 4 \end{bmatrix}$	$B = [750 \quad 630 \quad 700]$	$C = [5 \quad 6]$	$\Delta_{B_1} = 50$ $a_{13} = 5; a_{23} = 3; a_{33} = 4;$ $c_3 = 2$
15	$A = \begin{bmatrix} 8 & 2 \\ 6 & 3 \\ 3 & 2 \end{bmatrix}$	$B = [840 \quad 870 \quad 560]$	$C = [6 \quad 2]$	$\Delta_{B_2} = 80$ $a_{13} = 5; a_{23} = 3; a_{33} = 4;$ $c_3 = 9$
16	$A = \begin{bmatrix} 3 & 2 \\ 3 & 3 \\ 2 & 5 \end{bmatrix}$	$B = [273 \quad 300 \quad 380]$	$C = [4 \quad 5]$	$\Delta_{B_3} = -50$ $a_{13} = 8; a_{23} = 5; a_{33} = 1;$ $c_3 = 10$
17	$A = \begin{bmatrix} 2 & 1 \\ 3 & 6 \\ 3 & 7 \end{bmatrix}$	$B = [438 \quad 747 \quad 812]$	$C = [7 \quad 5]$	$\Delta_{B_3} = -70$ $a_{13} = 8; a_{23} = 5; a_{33} = 1;$ $c_3 = 5$

18	$A = \begin{bmatrix} 4 & 3 \\ 3 & 4 \\ 2 & 6 \end{bmatrix}$	$B = [480 \quad 444 \quad 546]$	$C = [2 \quad 4]$	$\Delta_{B_2} = -10$ $a_{13} = 5; a_{23} = 4; a_{33} = 4;$ $c_3 = 8$
19	$A = \begin{bmatrix} 4 & 3 \\ 3 & 4 \\ 3 & 5 \end{bmatrix}$	$B = [440 \quad 393 \quad 450]$	$C = [6 \quad 5]$	$\Delta_{B_1} = 18$ $a_{13} = 2; a_{23} = 5; a_{33} = 4;$ $c_3 = 7$
20	$A = \begin{bmatrix} 2 & 3 \\ 3 & 6 \\ 2 & 8 \end{bmatrix}$	$B = [428 \quad 672 \quad 672]$	$C = [3 \quad 8]$	$\Delta_{B_3} = 50$ $a_{13} = 4; a_{23} = 3; a_{33} = 1;$ $c_3 = 8$
21	$A = \begin{bmatrix} 5 & 2 \\ 3 & 3 \\ 2 & 3 \end{bmatrix}$	$B = [505 \quad 393 \quad 348]$	$C = [7 \quad 4]$	$\Delta_{B_1} = 17$ $a_{13} = 1; a_{23} = 3; a_{33} = 2;$ $c_3 = 5$
22	$A = \begin{bmatrix} 7 & 3 \\ 6 & 3 \\ 1 & 2 \end{bmatrix}$	$B = [1365 \quad 1245 \quad 650]$	$C = [6 \quad 5]$	$\Delta_{B_3} = 40$ $a_{13} = 5; a_{23} = 3; a_{33} = 1;$ $c_3 = 3$
23	$A = \begin{bmatrix} 6 & 2 \\ 4 & 3 \\ 3 & 4 \end{bmatrix}$	$B = [600 \quad 520 \quad 600]$	$C = [6 \quad 3]$	$\Delta_{B_2} = 30$ $a_{13} = 8; a_{23} = 1; a_{33} = 4;$ $c_3 = 6$
24	$A = \begin{bmatrix} 5 & 3 \\ 4 & 3 \\ 3 & 4 \end{bmatrix}$	$B = [750 \quad 630 \quad 700]$	$C = [5 \quad 6]$	$\Delta_{B_1} = 20$ $a_{13} = 3; a_{23} = 5; a_{33} = 1;$ $c_3 = 5$
25	$A = \begin{bmatrix} 8 & 2 \\ 6 & 3 \\ 3 & 2 \end{bmatrix}$	$B = [840 \quad 870 \quad 560]$	$C = [6 \quad 2]$	$\Delta_{B_2} = 40$ $a_{13} = 3; a_{23} = 5; a_{33} = 1;$ $c_3 = 4$
26	$A = \begin{bmatrix} 3 & 2 \\ 3 & 3 \\ 2 & 5 \end{bmatrix}$	$B = [273 \quad 300 \quad 380]$	$C = [4 \quad 5]$	$\Delta_{B_2} = 70$ $a_{13} = 5; a_{23} = 8; a_{33} = 2;$ $c_3 = 12$
27	$A = \begin{bmatrix} 12 & 3 \\ 10 & 5 \\ 3 & 6 \end{bmatrix}$	$B = [684 \quad 620 \quad 558]$	$C = [6 \quad 2]$	$\Delta_{B_2} = 30$ $a_{13} = 1; a_{23} = 5; a_{33} = 4;$ $c_3 = 8$
28	$A = \begin{bmatrix} 8 & 3 \\ 7 & 6 \\ 4 & 9 \end{bmatrix}$	$B = [864 \quad 864 \quad 945]$	$C = [2 \quad 3]$	$\Delta_{B_2} = 70$ $a_{13} = 2; a_{23} = 4; a_{33} = 3;$ $c_3 = 4$
29	$A = \begin{bmatrix} 11 & 3 \\ 8 & 4 \\ 5 & 3 \end{bmatrix}$	$B = [671 \quad 588 \quad 423]$	$C = [5 \quad 2]$	$\Delta_{B_2} = 50$ $a_{13} = 6; a_{23} = 1; a_{33} = 8;$ $c_3 = 4$

30	$A = \begin{bmatrix} 16 & 2 \\ 3 & 2 \\ 6 & 15 \end{bmatrix} \quad B = [304 \quad 83 \quad 375] \quad C = [10 \quad 12]$	$\Delta B_2 = 12$ $a_{13} = 3; a_{23} = 5; a_{33} = 1;$ $c_3 = 10$
----	--	--

### 1.3 Задание 2 к практической работе №1 Составление математической модели и решение с использованием поиска решения в табличном процессоре Excel

Задание может быть использовано в качестве контрольной работы для студентов дневного отделения.

Замечание. Условия задач взяты в основном из литературы [2].

Варианты задания 2 к практической работе №1

Найти оптимальное решение задачи, используя инструмент *Поиск решения* электронных таблиц Excel.

Отчёт по контрольной работе должен содержать:

1. титульный лист;
2. постановку задачи (условие задачи);
3. экономико-математическую модель;
4. протокол решения задачи, содержащий:
  - указание ячеек, в которые вводятся исходные данные и формулы;
  - фрагмент исходного рабочего листа Excel;
  - диалоговое окно *Поиск решения*, параметры *Поиска решения*, результаты *Поиска решения*;
  - описание компьютерной информационной технологии получения оптимального решения;
  - выводы из полученного решения, экономическая интерпретация полученных результатов.

Вариант 1

Оптимальный план выпуска хлеба. Хлебозавод имеет возможность производить различные хлебобулочные изделия. Норма затрат различных типов сырья, их наличие и стоимость единицы продукции каждого вида приведены в таблице 1.2.

Таблица 1.2

Сырьё	Нормы затрат				Наличие, кг
	Хлеб «Бородинский»	Хлеб «Жито»	Батон «Чайный»	Батон «Городской»	
Мука пшеничная	0,2	0,15	0,4	0,35	500
Мука ржаная	0,25	0,3	-	-	250
Яйца	0,02	0,025	0,04	0,035	100
Масло	0,01	0,03	0,1	0,15	200
Дрожжи	0,005	0,005	0,01	0,01	15
Вес изделия в кг	0,65	0,85	0,7	0,6	
Стоимость изделия, ден. ед.	7	8	9	8	

После проведения маркетинговых исследований установлено, что ежедневный спрос на бородинский хлеб колеблется от 150 до 300 кг, спрос на хлеб «Жито» меняется от 300 до 450 кг, на батон «Чайный» – от 200 до 300 кг, на батон «Городской» – от 200 до 400 кг. Определить ежедневный оптимальный объём выпускаемой хлебобулочной продукции, обеспечивающий максимальную её стоимость. Составить математическую модель задачи и решить её, используя модуль *Поиск решения* электронных таблиц Excel.

## Вариант 2

Задача о рационе. Бройлерное хозяйство птицеводческой фермы насчитывает 20 тыс. цыплят, которые выращиваются до 8-недельного возраста и после соответствующей обработки поступают в продажу. Недельный расход корма в среднем за 8 недель составляет 500 г (0,5 кг). Для того, чтобы цыплята достигли к 8-й неделе необходимого веса кормовой рацион должен удовлетворять определённым требованиям по питательности. Этим требованиям могут соответствовать смеси различных видов кормов, или ингредиентов. В таблице 1.3 приведены данные, характеризующие содержание по весу питательных веществ в каждом из ингредиентов и удельную стоимость каждого ингредиента.

Таблица 1.3

Ингредиент	Содержание питательных веществ, кг			Стоимость, руб./кг
	Кальций	Белок	Клетчатка	
Известняк	0,38	-	-	0,4
Зерно	0,001	0,09	0,02	0,15
Соевые бобы	0,002	0,50	0,08	0,40

Смесь должна содержать (от общего веса смеси):

- не менее 0,8% кальция;
- не менее 22% белка;
- не менее 5% клетчатки.

Определить количество в кг каждого из трёх ингредиентов, образующих смесь минимальной стоимости, при соблюдении требований к общему расходу кормовой смеси и её питательности. Составить математическую модель задачи и решить её, используя модуль *Поиск решения* электронных таблиц Excel.

## Вариант 3

Оптимальный план выпуска молочной продукции. Производством городского молочного завода является молоко, кефир и сметана. На производство 1 тонны молока, кефира и сметаны требуется соответственно 1,01 т; 1,01 т и 9,45 т молока. При этом затраты рабочего времени при разливе 1 т молока и кефира соответственно составляют 0,15 и 0,19 машино-часов. При расфасовке 1 т сметаны заняты специальные автоматы в течение 3,25 часа. Всего для производства цельномолочной продукции завод может использовать 136 т молока. Основное оборудование может быть занято в течение 21,4 машино-часа, а автоматы при расфасовке сметаны – в течение 16,25 часа. Прибыль от реализации 1 т молока, кефира и сметаны соответственно равна 30, 22 и 136 руб. Завод должен производить ежедневно не менее 100 т молока. Требуется определить объёмы выпуска

молочной продукции, позволяющие получить наибольшую прибыль. Составить математическую модель задачи и решить её, используя модуль Поиск решения электронных таблиц Excel. Как изменится прибыль и план выпуска при задании по выпуску кефира в объеме не менее 10 т? Дать объяснение этим изменениям.

#### Вариант 4

Выбор оптимального проекта для финансирования. Управляющему банка были представлены четыре проекта, претендующие на получение кредита в банке. Ресурс банка в каждый период, потребности в кредитах и прибыль по ним в тыс. долларах приведены в таблице 1.4.

Таблица 1.4

Проект	Потребность проектов в объеме кредитов				Прибыль
	Период 1	Период 2	Период 3	Период 4	
A	8	8	10	10	21
B	7	9	9	11	18
C	5	7	9	11	16
D	9	8	7	6	17,5
Ресурс банка	22	25	28	29	

При выборе проектов следует принять во внимание потребность проектов в объемах кредитов и ресурс банка для соответствующих периодов. Какие проекты следует финансировать, если цель состоит в том, чтобы максимизировать общую прибыль по ним? Составить математическую модель задачи и решить её, используя модуль Поиск решения электронных таблиц Excel.

#### Вариант 5

Планирование производства карамели. Кондитерская фабрика для производства трёх видов карамели «Абрикосовая», «Буратино», «Сластёна» использует три вида сырья: сахарный песок, патоку и фруктовое пюре. Данные представлены в таблице 1.5.

Таблица 1.5

Сырьё	Нормы расхода сырья (кг) на производство 1кг карамели		
	«Абрикосовая»	«Буратино»	«Сластёна»
Сахарный песок	0,6	0,5	0,6
Патока	0,4	0,4	0,3
Фруктовое пюре	0,1	0,2	0,3

Запасы сырья на складе равны соответственно 800, 600, 120 кг. Прибыль от реализации 1 кг карамели «Абрикосовая», «Буратино», «Сластёна» определяется значениями 108, 112 и 128 руб. соответственно. Требуется определить:

1. план производства карамели, обеспечивающий максимальную прибыль;
2. какое сырьё ограничивает рост прибыли;
3. к чему приведёт увеличение запаса самого дефицитного ресурса на 2 кг.

## Вариант 6

Планирование товарооборота. Ведущий менеджер салона магазина «Люкс» должен заказать партию женской одежды. Прибыль от реализации единицы каждого товара ориентировочно известна заранее. Салон работает без выходных с 9 до 19 часов без перерыва на обед. Данные представлены в таблице 1.6.

Таблица 1.6

Товар	Рабочее время, час	Площадь кв. м	Издержки обращения, ден. ед.	Прибыль, ден. ед.
Блузки	2	0,3	4	8
Джемперы	1	0,4	5	7
Костюмы	3	0,4	2	6

Требуется определить:

1. Оптимальные партии приобретения одежды при издержках обращения 600 ден. ед., чтобы при арендованной площади 20 x 40 кв. м в течение 2,5 месяцев прибыль от реализации была бы максимальной.

2. Как изменятся финансовые показатели, если доход от блузок снизится на 2 ден. ед.?

3. Как повлияет на реализацию товара увеличение времени работы салона на 2 часа?

4. Как изменится суммарная прибыль, если издержки обращения по джемперам удастся снизить на 1 ден. ед.?

## Вариант 7

Планирование выпуска булочно-кондитерских изделий. Булочно-кондитерский комбинат (ББК) выпускает булки, пирожные, ватрушки, коржики и слоёнки. Для выпуска этих видов продукции необходимы следующие ресурсы: мука, сахар, масло, творог и яйца. Ниже указано количество каждого вида ресурса, имеющегося на складе ББК: мука – 200 кг, сахар – 50 кг, масло – 50 кг, творог – 50 кг, яйца – 500 штук. В таблице 1.7 приведена рецептура (т. е. количество каждого ресурса) для приготовления каждого вида продукции, а также отпускная цена на единицу продукции.

Таблица 1.7

Продукция	Нормы расхода ресурсов, кг (шт.)					Отпускная цена, руб.
	Мука	Сахар	Масло	Творог	Яйца	
Булка	0,1	0,01	0	0	(0,4)	8,4
Пирожное	0,04	0,05	0,05	0	(0,2)	32
Ватрушка	0,08	0,02	0,01	0,05	(0,2)	18
Коржик	0,06	0,04	0,02	0,02	(0,2)	15
Слойка	0,05	0,03	0,02	0,03	(0,3)	21

Определить такой оптимальный план выпуска каждого вида продукции, чтобы при имеющихся в ББК ресурсах был получен максимальный доход от реализации.

## Вариант 8

Планирование выпуска тканей. Фабрика выпускает три вида тканей, причём суточное плановое задание составляет не менее 90 м ткани 1 вида, 70 м ткани второго вида и 60 м ткани третьего вида. Суточные ресурсы следующие: 780 ед. производственного оборудования, 850 ед. сырья и 790 единиц электроэнергии, расход которых на 1 м ткани представлен в таблице 1.8. Цена 1 м ткани первого вида равна 80 руб., второго вида равна 70 руб., третьего вида равна 60 руб.

Таблица 1.8

Ресурс	Расход ресурса на 1 м ткани вида		
	1	2	3
Оборудование	2	3	4
Сырьё	1	4	5
Электроэнергия	3	4	2

Требуется определить:

1. сколько метров тканей каждого вида следует выпустить, чтобы общая стоимость выпускаемой продукции была максимальной;
2. какие виды тканей невыгодны предприятию;
3. как изменится стоимость продукции и её план выпуска, если запасы дефицитных ресурсов увеличить на 5%.

## Вариант 9

Для строительства домов на 100 строительных площадках выбрано 5 типовых проектов. По каждому из проектов известна длительность закладки фундаментов и строительства остальной части здания, также жилая часть дома. В таблице 1.9 представлена эта информация. Параллельно можно вести закладку 10 фундаментов и строительство 15 зданий.

В таблице 1.9 представлена информация о затратах и ожидаемой прибыли от продажи приложений (тыс. долл.).

Таблица 1.9

Виды работ	Длительность выполнения работ (дни)				
	1	2	3	4	5
Закладка фундамента	20	30	35	30	40
Остальные работы	40	20	60	35	25
Жилая площадь, м <sup>2</sup>	3 000	2 000	5 000	4 000	6 000

Составить план строительства, максимизирующий ввод жилой площади в течение 300 рабочих дней при условии, что домов второго типа должно быть построено не менее 10.

Указание. Поскольку одновременно можно вести работы по закладке не более 10 фундаментов, то годовой фонд времени по этому виду работ ограничен  $300 \cdot 10 = 3\,000$  рабочих дней.

Поскольку одновременно можно вести работы по строительству остальной части зданий не более 15 домов, то годовой фонд времени по этому виду работ ограничен  $300 \cdot 15 = 4\,500$  рабочих дней.

## Вариант 10

Оптимальный план производства. Фирма производит три модели электронных реле. Каждая модель требует три стадии сборки. Время, необходимое для сборки на каждой стадии, приведено в таблице 1.10.

Таблица 1.10

Модель	Затраты времени на сборку, мин.		Прибыль, руб.	Заказ, шт.
	Стадия 1	Стадия 2		
А	2,5	2,0	82,5	20
В	1,8	1,6	70,0	20
С	2,0	2,2	78,0	20

Оборудование на каждой стадии работает 7,5 часа в день. Менеджер хочет максимизировать прибыль на следующие 5 рабочих дней. Фирма может продать всё, что произведёт, кроме того, у неё на следующую неделю есть оплаченный заказ на 60 штук изделий (по 20 штук устройств каждого типа).

1. Каков должен быть оптимальный производственный план?
2. Все ли модели выгодно производить?
3. Если есть убыточная модель, то какие изменения надо произвести, чтобы её производство стало выгодным?
4. Допустим, что вы можете установить 2 сверхурочных часа для одной из стадий. Для какой из этих стадий следует назначить эти сверхурочные часы, чтобы получить наибольшую прибыль?

## Вариант 11

Максимизация прибыли мебельного комбината. Цех мебельного комбината выпускает трельяжи, трюмо и тумбы под телевизоры. Нормы расхода материала в расчёте на одно изделие, плановая себестоимость, оптовая цена изделия предприятия, плановый ассортимент и трудоёмкость единицы продукции приведены в таблице 1.11. При этом запас древесно-стружечных плит, досок еловых и берёзовых 90, 30 и 14 м<sup>3</sup> соответственно. Плановый фонд рабочего времени 16 800 чел. часов.

Таблица 1.11

Показатель	Трельяж	Трюмо	Тумба
Норма расхода материала, м <sup>3</sup> :			
Древесно-стружечные плиты	0,032	0,031	0,038
Доски еловые	0,020	0,020	0,008
Доски берёзовые	0,005	0,005	0,006
Трудоёмкость, чел.-часы	10,2	7,5	3,8
Плановая себестоимость, ден. ед.	88,81	63,98	29,60
Оптовая цена предприятия, ден. ед.	93,00	67,00	30,00
Плановый ассортимент, штук	350	290	1 200

Исходя из необходимости выполнения плана по ассортименту и возможности его перевыполнения по отдельным (и даже по всем) показателям построить модель, на основе которой можно найти план производства, максимизиру-

ющий прибыль. Как изменится общая стоимость продукции и план её выпуска, если запасы дефицитных ресурсов увеличить на 5%?

### Вариант 12

Задача о смеси. Metallургическому заводу требуется уголь с содержанием фосфора не более 0,03% и с долей зольных примесей не более 3,25%. Завод закупает три сорта угля А, В, С с известным содержанием примесей. Содержание примесей и цена исходных продуктов приведены в таблице 1.12.

Таблица 1.12

Сорт угля	Содержание в %		Цена 1 т. угля
	фосфора	Зола	
А	0,06	2,0	30
В	0,04	4,0	30
С	0,02	3,0	45

Какой пропорции надо смешивать исходные продукты А, В, С, чтобы смесь удовлетворяла ограничениям на содержание примесей и имела минимальную цену?

### Вариант 13

Планирование оптимального ассортимента продукции. Птицефабрика реализует свою продукцию в собственной сети магазинов. В реализацию поступают куры различных категорий и индейки, как целиком, так и разделанные по частям. Вес отдельных частей и стоимость всего ассортимента продукции представлены в таблице 1.13.

Таблица 1.13

Изделие	Нормы затрат, кг				Стоимость 1 кг, руб.
	Цыплята	Куры 1-й категории	Куры 2-й категории	Индейки	
Окорочка	0,20	0,30	0,40	0,90	50
Филе	0,30	0,35	0,45	0,80	120
Крылышки	0,1	0,20	0,30	0,60	60
Субпродукты	0,05	0,10	0,20	0,30	70
Вес целиком, кг	0,65	0,95	1,35	2,60	
Стоимость одного изделия целиком, руб.	38	59	89	180	

Известно, что в течение дня объёмы спроса ограничены следующими значениями в таблице 1.14.

Таблица 1.14

Ассортимент	Возможная реализация кг, не более	Ассортимент	Возможная реализация кг, не более
Окорочка	150	Цыплята	100
Филе	150	Куры 1-й категории	100
Крылышки	150	Куры 2-й категории	200
Субпродукты	100	Индейки	100

Составить оптимальный ассортимент продукции, при котором объём реализации ограничен возможным спросом, а стоимость продукции максимальна.

#### Вариант 14

Планирование выпуска продукции. Фирма производит двери для продажи местным строительным компаниям. Репутация фирмы позволяет ей продавать всю производимую продукцию. На фирме работают 10 рабочих в одну смену (8 рабочих часов), 5 дней в неделю, что даёт 400 часов в неделю. Рабочее время поделено между двумя существенно различными технологическими процессами: собственно производством и конечной обработкой дверей. Из 400 рабочих часов в неделю 250 часов отведены под собственное производство и 150 часов на конечную обработку. Фирма производит 3 типа дверей: стандартные, полированные и резные. В таблице 1.15 приведены временные затраты и прибыль от продажи одной двери каждого типа.

Таблица 1.15

Дверь	Время на производство, мин.	Время на обработку, мин.	Прибыль, долл.
Стандартная	30	15	45
Полированная	30	30	90
Резная	60	30	120

1. Сколько дверей различных типов нужно производить, чтобы максимизировать прибыль?
2. Оптимально ли распределение рабочего времени между двумя технологическими процессами (производство и конечная обработка)? Как изменится прибыль, если распределить рабочее время между этими процессами оптимально?

#### Вариант 15

Получение требуемого сплава. Предприятию требуется изготовить некоторое количество сплава, содержащего не менее 15 компонентов олова, 55 – цинка, 30 – свинца. Требуемый сплав изготавливается из трёх исходных сплавов, в которых содержатся вышеуказанные составляющие. Данные о содержании олова, цинка и свинца в исходных материалах приведены в таблице 1.16, там же задана стоимость единицы каждого сплава.

Таблица 1.16

Составляющая	Количество компонентов в исходных материалах			Необходимое количество компонентов в сплаве
	Сплав 1	Сплав 2	Сплав 3	
Свинец	40	30	25	30
Цинк	40	60	45	55
Олово	20	10	30	15
Цена единицы материала	50	40	70	

Следует определить, какие из исходных сплавов и в каких количествах нужно использовать для получения требуемого сплава, чтобы суммарные затраты на исходные сплавы были минимальны.

## Вариант 16

Планирование выпуска кондитерских изделий. Маленькая кондитерская фабрика должна закрыться на реконструкцию, поэтому надо реализовать оставшиеся запасы сырья, получив максимальную прибыль. Запасы и расход сырья для производства единицы продукции каждого вида, а также получаемая при этом прибыль представлены в таблице 1.17.

Таблица 1.17

Сырьё	Расходы сырья на производство единицы продукции					Запасы сырья
	«Орешек»	«Мишка»	«Батончик»	«Белка»	«Ромашка»	
Тёмный шоколад	0,8	0,5	1	2	1,1	1 411
Светлый шоколад	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	149
Сахар	0,3	0,4	0,6	1,3	0,05	815,5
Карамель	0,2	0,3	0,3	0,7	0,5	466
Орехи	0,7	0,1	0,9	1,5	0	1 080
Прибыль	1	0,7	1,1	2	0,6	

Мастер, используя свой 20-летний опыт, предлагает «на глазок» выпустить по 200 единиц каждого продукта, утверждая, что ресурсов должно хватить, а прибыль получится 1 080 ден. ед. Сын владельца фабрики, только что прошедший курсы по математическому моделированию, утверждает, что такие проблемы надо решать с помощью линейного программирования. Отец обещает сыну всю прибыль сверх 1 080 ден. ед., если он предложит лучший план. Требуется:

1. определить оптимальный план выпуска продукции и прибыль, которую планирует получить сын;
2. проанализировать использование ресурсов в оптимальном плане.

## Вариант 17

В цехе по производству консервированных фруктов изготавливают два вида компотов из трёх видов фруктов (яблоки, груши и сливы). Перед отправкой в торговую сеть компоты разливают в банки: компот первого вида в пятилитровые, компот второго вида – в двухлитровые. Все данные приведены в таблице 1.18.

Таблица 1.18

Фрукты	Запасы кг	Расход фруктов на одну банку кг	
		Пятилитровые	Двухлитровые
Яблоки	Не более 650	1	0,5
Груши	Не более 245	0,3	0,25
Сливы	Не менее 800	0,75	1
Прибыль от реализации 1 банки		130 руб.	50 руб.
Затраты на каждую банку компота		50 руб.	20 руб.

Требуется составить план производства двух видов компотов, при котором цех получит максимальную прибыль. Кроме того, составить план производства двух видов компотов, при котором рентабельность будет максимальна.

## Вариант 18

Планирование выпуска хлеба. В пекарне для выпечки четырех видов хлеба используется мука двух сортов, маргарин и яйца. Имеющееся оборудование, производственные площади и поставки продуктов таковы, что в сутки можно переработать не более 290 кг муки первого сорта, 150 кг муки второго сорта, 50 кг маргарина и 1 280 штук яиц. В таблице 1.19 приведены нормы расхода продуктов, также прибыль от продажи 1 кг хлеба каждого вида.

Таблица 1.19

Наименование продукта	Нормы расхода на 1 кг хлеба по видам			
	1	2	3	4
Мука 1-го сорта, кг	0,5	0,5	0	0
Мука 2-го сорта, кг	0	0	0,5	0,5
Маргарин, кг	0,125	0	0	0,125
Яйцо, шт.	2	1	1	1
Прибыль за 1 кг, руб.	14	12	5	6

Требуется определить суточный план выпечки хлеба, максимизирующий прибыль.

## Вариант 19

Планирование выпуска кожаных изделий. Фирма выпускает три вида кожаных изделий. На изготовление единицы продукции первого вида затрачивается 0,2 часа работы дубильного участка, 0,6 часов работы раскройного участка и 0 часов работы завершающего участка; на изготовление изделия второго вида – 0,3; 0,5; 0 часов; на изготовление изделия третьего вида – 0,4; 0,4; 0,8 часа соответственно. Прибыль от единицы продукции первого вида равна 6 ден. ед., второго вида – 7 ден. ед., третьего вида – 10 ден. ед. В течение месяца рабочее время каждого участка ограничено следующим образом:

- дубильный участок – 320 часов;
- раскройный участок – 400 часов;
- завершающий участок – 160 часов.

Сколько изделий каждого вида должна выпустить фирма за месяц, чтобы прибыль была максимальной?

## Вариант 20

Планирование выпуска спортивного инвентаря. Компания специализируется на выпуске хоккейных клюшек и наборов шахмат. Каждая клюшка приносит компании прибыль в размере 2 ден. ед., а шахматный набор – в размере 4 ден. ед. На изготовление одной клюшки требуется 4 часа работы на участке А и 2 часа работы на участке В. Шахматный набор изготавливается с затратами 6 часов на участке А, 6 часов на участке В и 1 час на участке С. Доступная производственная мощность участка А составляет 120 часов в день, участка В – 72 часа в день и участка С – 10 часов. Сколько клюшек и шахматных наборов должна выпускать компания ежедневно, чтобы получить максимальную прибыль?

### Вариант 21

Для производства однородной продукции могут быть построены предприятия двух типов. Затраты на строительство одного предприятия первого типа составляют 4 млн руб., второго типа – 6 млн руб. Годовая мощность одного предприятия первого типа 4 тыс. т. продукции, второго – 5 тыс. т. Предприятий первого типа может быть построено не более 3-х. Определить, сколько необходимо построить предприятий каждого типа с целью максимизации их суммарной мощности, если на строительство всех предприятий можно использовать не более 17 млн рублей.

### Вариант 22

Необходимо изготовить детали двух видов. Детали проходят последовательную обработку на станках двух типов. Данные о производительности станков представлены в таблице 1.20.

Таблица 1.20

Вид деталей	Производительность станков штук в час		Себестоимость деталей
	1 тип	2 тип	
1 вид	20	30	8
2 вид	30	20	5

Фонд рабочего времени станков составляет соответственно 12 и 8 часов. Как нужно распределить рабочее время станков в целях обеспечения минимальной себестоимости, если по плану необходимо выпустить не менее 90 деталей первого вида и 120 второго?

### Вариант 23

На участке площадью 200 га может быть посеяна рожь и пшеница. Урожайность культур составляет соответственно 10 и 15 центнеров с одного га. Рожь требует внесения 2 кг удобрений первого вида и 3 кг второго вида на 1 га, а пшеница – 1,5 кг первого вида и 2 кг второго вида. Всего имеется 200 кг удобрений первого вида и 350 второго. Пшеница реализуется по цене 2 000 рублей, рожь – 1000 рублей за тонну. Определить план посева, обеспечивающий максимальный доход от реализации продукции.

### Вариант 24

Фирма производит две модели мебели А и В. Производство ограничено наличием сырья (высококачественных досок и временем машинной обработки). Для каждого изделия модели А требуется 3 м<sup>3</sup> досок, а для модели В – 4 м<sup>3</sup>. Фирма может получить от своих поставщиков до 1 700 м<sup>3</sup>. Для каждого изделия модели А требуется 12 минут машинного времени, а для модели В – 30 минут. В неделю можно использовать 160 часов машинного времени. Сколько изделий каждой модели надо выпускать фирме в неделю, чтобы получить максимальную прибыль, если каждое изделие модели А приносит 2 000 рублей прибыли, а каждое изделие модели В приносит 4 000 рублей прибыли.

### Вариант 25

Ежедневная потребность человека в витамине Р (рутин) составляет не менее 10 мг, в витамине С не менее 100 мг, в витамине В не менее 20 мг. Витамины можно получать из продуктов: картофеля и капусты, закупаемых по цене соответственно 50 и 30 руб./кг. Содержание витаминов в мг на 100 г продуктов указано в таблице 1.21.

Таблица 1.21

Витамины	Продукты	
	Картофель	Капуста
Р	0,8	0,5
С	5	20
В1	4	2

Определить ежедневный план закупки продуктов наименьшей суммарной стоимости, если потребление картофеля и капусты в сумме не должно превышать 2 кг.

### Вариант 26

Предприятие выпускает на экспорт станки двух марок А и В по цене 3 и 5 тыс. долларов соответственно. Для производства станков используется металл из специального сплава. Расход металла на станок А составляет 20 кг, на станок В – 40 кг. Заказчик может закупить станков А не более 40, а число закупаемых станков В не может быть больше числа закупаемых станков А более, чем на 5. Определить план производства станков, приносящий максимальный доход, если запасы металла составляют 1 200 кг.

### Вариант 27

Предприятие может работать по двум технологическим режимам, расходуя ресурс А и производя продукт В. По первому технологическому режиму за смену расходуется 1 т ресурса и производится 5 кубометров продукта. По второму режиму за смену расходуется 2 т ресурса и производится 1 кубометр продукта. Для выполнения спецзаказа предприятие в текущем месяце получает ресурс А в объёме 50 тонн и должно выпустить продукт В в количестве не менее 50 кубометров. Прибыль за смену работы предприятия по различным технологиям составляет 3 000 рублей и 2 000 рублей соответственно. Месячный фонд работы предприятия оставляет 90 смен. Найти месячный план работы предприятия, приносящий максимальную прибыль.

### Вариант 28

Фирма рекламирует свою продукцию с использованием телевидения и радио. Минута телевизионной рекламы стоит 1 000 рублей, минута радиорекламы 600 рублей. Предшествующий опыт показывает, что минута телерекламы увеличивает сбыт продукции на 2 000 рублей, минута радиорекламы – на 1 000 рублей. Месячный рекламный бюджет фирмы не может превосходить 10 000 руб. Телерадиокомпания выделяет на телерекламу не более 10 минут в

месяц. Определить рекламную политику фирмы на месяц, приносящую максимальную прибыль.

Вариант 29.

Найти оптимальное (приносящее максимальную прибыль) сочетание двух отраслей сельскохозяйственного производства: производство зерна и сахарной свеклы. На производство 1 ц зерна требуется 0,05 га пашни и 0,1 человеко-дня трудозатрат. На производство 1 ц свёклы – соответственно, 0,01 га и 0,1 человеко-дня. 60% валового сбора зерна и весь сбор сахарной свёклы идёт на корм скоту. На производство 1 ц мяса требуется 5 кормовых единиц. В 1 ц зерна содержится 1.2 кормовых единиц, в 1 ц свёклы – 0.24 кормовых единиц. Прибыль, получаемая от реализации 1 ц зерна, составляет 1 000 руб., от реализации 1 ц мяса – 4 000 руб. Хозяйство располагает 1 000 га пашни и 30 000 человеко-дней трудовых ресурсов

Вариант 30

Намечается выпуск двух видов костюмов – мужских и женских. На женский костюм требуется 1 м шерсти, 2 м лавсана и 1 человеко-день трудозатрат; на мужской костюм – 3,5 м шерсти, 0,5 м лавсана и 1 человеко-день трудозатрат. Всего имеется 400 м шерсти и 150 м лавсана и 80 человеко-дней. По плану предусматривается выпуск не более 110 костюмов. Прибыль от реализации женского костюма составляет 100 руб., а от мужского – 200 руб. Составить план производства из условия получения максимальной суммарной прибыли.

## **Глава 2. Практическая работа №2**

### **Решение транспортной задачи в электронных таблицах**

#### **Указание**

Отчёт по работе своего варианта должен содержать два файла: файл решения задачи, выполненный в электронных таблицах EXCEL, файл с пояснениями решения, выполненный в WORD.

#### **2.1 Задание к практической работе №2**

Постановка задачи. Для строительства 6 участков дорог используется песок с трёх карьеров. Имеется 3 поставщика груза (песка) и 6 его потребителей (участков дорог). Кроме того, заданы стоимости перевозки единицы груза от каждого поставщика к каждому потребителю. Возможности поставщиков и спрос потребителей, а также стоимости перевозки единицы груза показаны в таблице. Определить тип задачи: открытая или закрытая. Если задача открытого типа, свести её к закрытой. Найти план закрепления потребителей за поставщиками однородного груза, чтобы общие затраты по перевозкам были минимальными. Составить математическую модель и решить задачу, используя поиск решения. Сделать выводы.

## 2.2 Варианты заданий к практической работе №2

Таблица 2.1

<b>№№ Вар</b>	<b>b<sub>j</sub> a<sub>i</sub></b>	<b>180</b>	<b>170</b>	<b>200</b>	<b>210</b>	<b>160</b>	<b>130</b>	<b>№№ Вар</b>	<b>b<sub>j</sub> A<sub>i</sub></b>	<b>150</b>	<b>130</b>	<b>120</b>	<b>200</b>	<b>240</b>	<b>170</b>
1	500	3	9	7	5	8	6	16	350	5	6	7	5	8	9
	320	6	4	10	8	4	9		450	4	7	7	9	10	6
	300	8	7	5	12	10	6		350	9	3	11	8	10	6
<b>№№ Вар</b>	<b>b<sub>j</sub> a<sub>i</sub></b>	<b>110</b>	<b>190</b>	<b>220</b>	<b>240</b>	<b>100</b>	<b>170</b>	<b>№№ Вар</b>	<b>b<sub>j</sub> a<sub>i</sub></b>	<b>130</b>	<b>100</b>	<b>110</b>	<b>120</b>	<b>150</b>	<b>140</b>
2	400	9	6	5	3	4	8	17	390	3	8	6	5	7	4
	500	8	3	2	8	7	7		370	6	4	7	4	8	5
	200	3	4	6	9	11	5		210	8	5	8	3	6	9
<b>№№ Вар</b>	<b>b<sub>j</sub> a<sub>i</sub></b>	<b>150</b>	<b>160</b>	<b>130</b>	<b>110</b>	<b>150</b>	<b>170</b>	<b>№№ Вар</b>	<b>b<sub>j</sub> a<sub>i</sub></b>	<b>210</b>	<b>200</b>	<b>190</b>	<b>180</b>	<b>160</b>	<b>140</b>
3	400	7	6	5	9	4	9	18	520	5	7	9	5	8	9
	450	8	6	2	5	3	8		410	7	5	7	3	6	5
	200	3	4	6	8	4	3		300	8	5	6	7	2	4
<b>№№ Вар</b>	<b>b<sub>j</sub> a<sub>i</sub></b>	<b>130</b>	<b>120</b>	<b>160</b>	<b>140</b>	<b>180</b>	<b>100</b>	<b>№№ Вар</b>	<b>b<sub>j</sub> a<sub>i</sub></b>	<b>180</b>	<b>190</b>	<b>110</b>	<b>210</b>	<b>200</b>	<b>120</b>
4	320	7	8	5	8	4	8	19	490	5	7	8	4	6	9
	340	9	5	7	2	6	7		270	7	2	5	8	6	7
	370	9	4	6	7	9	5		380	5	4	7	6	9	8
<b>№№ Вар</b>	<b>b<sub>j</sub> a<sub>i</sub></b>	<b>180</b>	<b>200</b>	<b>220</b>	<b>210</b>	<b>160</b>	<b>130</b>	<b>№№ Вар</b>	<b>b<sub>j</sub> a<sub>i</sub></b>	<b>120</b>	<b>240</b>	<b>230</b>	<b>220</b>	<b>200</b>	<b>170</b>
5	340	9	8	3	7	3	4	20	520	5	4	5	6	8	3
	390	4	5	7	7	2	8		440	7	2	8	4	5	7
	380	4	6	6	8	3	6		410	4	3	6	5	2	6
<b>№№ Вар</b>	<b>b<sub>j</sub> a<sub>i</sub></b>	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>150</b>	<b>100</b>	<b>150</b>	<b>50</b>	<b>№№ Вар</b>	<b>b<sub>j</sub> a<sub>i</sub></b>	<b>110</b>	<b>140</b>	<b>150</b>	<b>100</b>	<b>150</b>	<b>120</b>
6	200	3	5	4	2	1	4	21	150	4	3	7	8	1	3
	300	8	7	3	6	5	7		250	5	9	3	10	5	2
	150	2	4	9	8	1	3		100	7	2	1	2	4	1
<b>№№ Вар</b>	<b>b<sub>j</sub> a<sub>i</sub></b>	<b>40</b>	<b>110</b>	<b>200</b>	<b>300</b>	<b>250</b>	<b>100</b>	<b>№№ Вар</b>	<b>b<sub>j</sub> a<sub>i</sub></b>	<b>100</b>	<b>50</b>	<b>150</b>	<b>200</b>	<b>110</b>	<b>100</b>
7	300	2	1	4	8	7	1	22	210	1	4	3	2	1	7
	350	5	9	6	3	2	2		300	7	8	5	4	2	3
	400	7	8	10	1	4	5		390	3	2	5	1	7	1
<b>№№ Вар</b>	<b>b<sub>j</sub> a<sub>i</sub></b>	<b>220</b>	<b>200</b>	<b>150</b>	<b>170</b>	<b>130</b>	<b>100</b>	<b>№№ Вар</b>	<b>b<sub>j</sub> a<sub>i</sub></b>	<b>100</b>	<b>150</b>	<b>70</b>	<b>130</b>	<b>180</b>	<b>100</b>
8	300	1	4	3	5	2	1	23	220	8	4	3	2	1	2
	350	7	9	13	4	1	3		380	7	9	8	3	2	3
	350	2	3	5	8	1	4		350	4	5	9	3	1	6
<b>№№ Вар</b>	<b>b<sub>j</sub> a<sub>i</sub></b>	<b>70</b>	<b>130</b>	<b>240</b>	<b>160</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>№№ Вар</b>	<b>b<sub>j</sub> a<sub>i</sub></b>	<b>200</b>	<b>150</b>	<b>130</b>	<b>170</b>	<b>150</b>	<b>100</b>
9	320	2	4	3	5	1	2	24	350	1	4	3	2	1	2
	280	7	8	9	6	3	4		350	5	8	9	7	3	3
	250	1	4	5	9	7	1		280	8	1	2	4	1	6
<b>№№ Вар</b>	<b>b<sub>j</sub> a<sub>i</sub></b>	<b>150</b>	<b>250</b>	<b>300</b>	<b>100</b>	<b>180</b>	<b>100</b>	<b>№№ Вар</b>	<b>b<sub>j</sub> a<sub>i</sub></b>	<b>180</b>	<b>250</b>	<b>120</b>	<b>210</b>	<b>190</b>	<b>110</b>
10	400	2	4	5	8	9	7	25	300	10	12	3	6	11	4
	320	1	5	7	6	3	4		350	4	5	9	7	8	7
	380	2	1	11	9	10	2		450	8	7	3	2	1	2
<b>№№ Вар</b>	<b>b<sub>j</sub> a<sub>i</sub></b>	<b>150</b>	<b>250</b>	<b>300</b>	<b>100</b>	<b>180</b>	<b>100</b>	<b>№№ Вар</b>	<b>b<sub>j</sub> a<sub>i</sub></b>	<b>80</b>	<b>250</b>	<b>120</b>	<b>210</b>	<b>190</b>	<b>110</b>
11	300	2	5	3	8	9	7	26	200	15	12	3	6	10	4

	320	1	4	7	6	3	4		350	4	5	9	3	18	7
	380	2	1	12	9	10	2		450	8	7	3	2	1	2
<b>№№</b>	<b>bj</b>	<b>50</b>	<b>200</b>	<b>300</b>	<b>100</b>	<b>180</b>	<b>100</b>	<b>№№</b>	<b>bj</b>	<b>180</b>	<b>250</b>	<b>220</b>	<b>210</b>	<b>190</b>	<b>110</b>
<b>Var</b>	<b>ai</b>							<b>Var</b>	<b>ai</b>						
12	200	3	4	5	8	9	7	27	400	12	15	3	6	11	4
	320	1	5	7	6	3	4		350	4	3	9	7	8	7
	380	2	1	11	9	12	2		450	8	7	3	2	1	2
<b>№№</b>	<b>bj</b>	<b>250</b>	<b>250</b>	<b>300</b>	<b>100</b>	<b>180</b>	<b>100</b>	<b>№№</b>	<b>bj</b>	<b>180</b>	<b>350</b>	<b>120</b>	<b>210</b>	<b>190</b>	<b>110</b>
<b>Var</b>	<b>ai</b>							<b>Var</b>	<b>ai</b>						
13	500	7	4	5	8	9	2	28	300	10	11	3	6	11	4
	320	1	5	7	6	3	4		450	14	5	8	7	8	7
	380	2	1	11	9	10	2		450	8	7	3	2	7	3
<b>№№</b>	<b>bj</b>	<b>150</b>	<b>250</b>	<b>200</b>	<b>100</b>	<b>280</b>	<b>100</b>	<b>№№</b>	<b>bj</b>	<b>180</b>	<b>250</b>	<b>120</b>	<b>310</b>	<b>190</b>	<b>110</b>
<b>Var</b>	<b>ai</b>							<b>Var</b>	<b>ai</b>						
14	400	2	8	6	3	9	7	29	300	16	12	1	6	11	4
	220	1	5	7	5	3	4		350	14	5	9	3	8	7
	480	2	1	11	9	15	2		550	8	7	3	2	1	2
<b>№№</b>	<b>bj</b>	<b>150</b>	<b>250</b>	<b>300</b>	<b>200</b>	<b>180</b>	<b>100</b>	<b>№№</b>	<b>bj</b>	<b>280</b>	<b>250</b>	<b>120</b>	<b>210</b>	<b>190</b>	<b>110</b>
<b>Var</b>	<b>ai</b>							<b>Var</b>	<b>ai</b>						
15	400	2	7	5	8	6	4	30	400	10	16	5	8	11	4
	420	1	5	7	9	3	4		350	4	5	9	7	8	7
	380	2	1	11	9	10	2		450	8	7	3	5	2	4

### Глава 3. Практическая работа №3 Балансовые модели анализа хозяйственной деятельности

Отчёт по работе своего варианта должен содержать два файла: файл решения задачи, выполненный в электронных таблицах Excel, файл с пояснениями решения, выполненный в Word

#### 3.1 Задание к практической работе №3

##### Постановка задачи.

С помощью данных, приведённых в таблице, требуется:

1) Рассчитать баланс производства и распределения продукции отраслей.

Приняты обозначения:

A – матрица коэффициентов прямых материальных затрат,

Y – матрица конечных продуктов отрасли,

t – матрица коэффициентов прямых затрат труда,

f – матрица коэффициентов прямых затрат фондов.

2) Рассчитать баланс труда, определить коэффициенты полных затрат труда, затраты на труд.

3) Рассчитать баланс фондов, определить коэффициенты полных затрат фондов, затраты фондов.

### 3.2 Варианты задания к практической работе №3

Таблица 3.1

№1	$A = \begin{bmatrix} 0,1 & 0,2 & 0,4 \\ 0,2 & 0,05 & 0,3 \\ 0,15 & 0,1 & 0,1 \end{bmatrix}$ ; $Y = \begin{bmatrix} 500 \\ 600 \\ 200 \end{bmatrix}$	$t = (0,2 \ 0,6 \ 0,4)$ $f = (1,2 \ 1,8 \ 2,4)$
№2	$A = \begin{bmatrix} 0,3 & 0,1 & 0,05 \\ 0,1 & 0,15 & 0,05 \\ 0,1 & 0,2 & 0,3 \end{bmatrix}$ ; $Y = \begin{bmatrix} 200 \\ 750 \\ 450 \end{bmatrix}$	$t = (0,3 \ 0,7 \ 0,5)$ $f = (1,1 \ 1,5 \ 1,3)$
№3	$A = \begin{bmatrix} 0,1 & 0,15 & 0,1 \\ 0,5 & 0,2 & 0,05 \\ 0,3 & 0,6 & 0,15 \end{bmatrix}$ ; $Y = \begin{bmatrix} 55 \\ 20 \\ 86 \end{bmatrix}$	$t = (0,9 \ 0,7 \ 0,8)$ $f = (2,0 \ 2,2 \ 2,4)$
№4	$A = \begin{bmatrix} 0,1 & 0,15 & 0,125 \\ 0,4 & 0,2 & 0,375 \\ 0,4 & 0,2 & 0,1 \end{bmatrix}$ ; $Y = \begin{bmatrix} 100 \\ 150 \\ 160 \end{bmatrix}$	$t = (0,8 \ 0,7 \ 0,9)$ $f = (1,5 \ 1,8 \ 1,2)$
№5	$A = \begin{bmatrix} 0,07 & 0,35 & 0,28 \\ 0,18 & 0,1 & 0,24 \\ 0,1 & 0,25 & 0,1 \end{bmatrix}$ ; $Y = \begin{bmatrix} 58 \\ 24 \\ 20 \end{bmatrix}$	$t = (0,3 \ 0,5 \ 0,6)$ $f = (1,4 \ 1,5 \ 1,7)$
№6	$A = \begin{bmatrix} 0,16 & 0,1 & 0,14 \\ 0,24 & 0,3 & 0,06 \\ 0,48 & 0,25 & 0,1 \end{bmatrix}$ ; $Y = \begin{bmatrix} 22 \\ 24 \\ 41 \end{bmatrix}$	$t = (0,9 \ 0,8 \ 0,5)$ $f = (2,3 \ 2,0 \ 2,2)$
№7	$A = \begin{bmatrix} 0,3 & 0,3 & 0,48 \\ 0,125 & 0,15 & 0,24 \\ 0,2 & 0,5 & 0,1 \end{bmatrix}$ ; $Y = \begin{bmatrix} 12 \\ 29 \\ 26 \end{bmatrix}$	$t = (0,7 \ 0,4 \ 0,3)$ $f = (2,1 \ 2,4 \ 2,5)$
№8	$A = \begin{bmatrix} 0,12 & 0,15 & 0,22 \\ 0,5 & 0,25 & 0,08 \\ 0,25 & 0,25 & 0,3 \end{bmatrix}$ ; $Y = \begin{bmatrix} 91 \\ 30 \\ 75 \end{bmatrix}$	$t = (0,1 \ 0,7 \ 0,5)$ $f = (1,9 \ 1,5 \ 1,3)$
№9	$A = \begin{bmatrix} 0,25 & 0,35 & 0,2 \\ 0,15 & 0,4 & 0,3 \\ 0,45 & 0,1 & 0,05 \end{bmatrix}$ ; $Y = \begin{bmatrix} 4 \\ 3 \\ 8 \end{bmatrix}$	$t = (0,7 \ 0,8 \ 0,6)$ $f = (2,0 \ 2,5 \ 1,8)$
№10	$A = \begin{bmatrix} 0,1 & 0,1 & 0,24 \\ 0,3 & 0,2 & 0,18 \\ 0,25 & 0,5 & 0,1 \end{bmatrix}$ ; $Y = \begin{bmatrix} 18 \\ 27 \\ 5 \end{bmatrix}$	$t = (0,5 \ 0,7 \ 0,8)$ $f = (1,2 \ 1,4 \ 1,8)$
№11	$A = \begin{bmatrix} 0,2 & 0,1 & 0,4 \\ 0,05 & 0,2 & 0,3 \\ 0,1 & 0,15 & 0,1 \end{bmatrix}$ ; $Y = \begin{bmatrix} 600 \\ 500 \\ 200 \end{bmatrix}$	$t = (0,4 \ 0,6 \ 0,2)$ $f = (2,4 \ 1,8 \ 1,2)$
№12	$A = \begin{bmatrix} 0,05 & 0,1 & 0,3 \\ 0,05 & 0,15 & 0,1 \\ 0,3 & 0,2 & 0,1 \end{bmatrix}$ ; $Y = \begin{bmatrix} 450 \\ 750 \\ 200 \end{bmatrix}$	$t = (0,5 \ 0,7 \ 0,3)$ $f = (1,3 \ 1,5 \ 1,1)$

№13	$A = \begin{bmatrix} 0,15 & 0,1 & 0,1 \\ 0,2 & 0,5 & 0,05 \\ 0,6 & 0,3 & 0,15 \end{bmatrix}; Y = \begin{bmatrix} 20 \\ 55 \\ 86 \end{bmatrix}$	$t = (0,7 \ 0,9 \ 0,8)$ $f = (2,2 \ 2,0 \ 2,4)$
№14	$A = \begin{bmatrix} 0,15 & 0,1 & 0,125 \\ 0,2 & 0,4 & 0,375 \\ 0,2 & 0,4 & 0,1 \end{bmatrix}; Y = \begin{bmatrix} 150 \\ 100 \\ 160 \end{bmatrix}$	$t = (0,7 \ 0,8 \ 0,9)$ $f = (1,8 \ 1,5 \ 1,2)$
№15	$A = \begin{bmatrix} 0,35 & 0,07 & 0,28 \\ 0,1 & 0,18 & 0,24 \\ 0,25 & 0,1 & 0,1 \end{bmatrix}; Y = \begin{bmatrix} 24 \\ 58 \\ 20 \end{bmatrix}$	$t = (0,5 \ 0,3 \ 0,6)$ $f = (1,5 \ 1,4 \ 1,7)$
№16	$A = \begin{bmatrix} 0,1 & 0,16 & 0,14 \\ 0,3 & 0,24 & 0,06 \\ 0,25 & 0,48 & 0,2 \end{bmatrix}; Y = \begin{bmatrix} 24 \\ 22 \\ 41 \end{bmatrix}$	$t = (0,8 \ 0,9 \ 0,5)$ $f = (2,0 \ 2,3 \ 2,2)$
№17	$A = \begin{bmatrix} 0,3 & 0,3 & 0,48 \\ 0,15 & 0,125 & 0,24 \\ 0,5 & 0,2 & 0,1 \end{bmatrix}; Y = \begin{bmatrix} 29 \\ 12 \\ 26 \end{bmatrix}$	$t = (0,7 \ 0,1 \ 0,5)$ $f = (1,5 \ 1,9 \ 1,3)$
№18	$A = \begin{bmatrix} 0,15 & 0,12 & 0,22 \\ 0,25 & 0,5 & 0,08 \\ 0,25 & 0,25 & 0,3 \end{bmatrix}; Y = \begin{bmatrix} 90 \\ 91 \\ 75 \end{bmatrix}$	$t = (0,7 \ 0,1 \ 0,5)$ $f = (1,5 \ 1,9 \ 1,3)$
№19	$A = \begin{bmatrix} 0,35 & 0,25 & 0,2 \\ 0,4 & 0,15 & 0,3 \\ 0,1 & 0,45 & 0,05 \end{bmatrix}; Y = \begin{bmatrix} 3 \\ 4 \\ 8 \end{bmatrix}$	$t = (0,8 \ 0,7 \ 0,6)$ $f = (2,5 \ 2,0 \ 1,8)$
№20	$A = \begin{bmatrix} 0,1 & 0,1 & 0,24 \\ 0,2 & 0,3 & 0,18 \\ 0,5 & 0,25 & 0,1 \end{bmatrix}; Y = \begin{bmatrix} 27 \\ 18 \\ 5 \end{bmatrix}$	$t = (0,7 \ 0,5 \ 0,8)$ $f = (1,4 \ 1,2 \ 1,8)$
№21	$A = \begin{bmatrix} 0,1 & 0,4 & 0,2 \\ 0,2 & 0,3 & 0,05 \\ 0,15 & 0,1 & 0,1 \end{bmatrix}; Y = \begin{bmatrix} 500 \\ 200 \\ 600 \end{bmatrix}$	$t = (0,2 \ 0,4 \ 0,6)$ $f = (1,2 \ 2,4 \ 1,8)$
№22	$A = \begin{bmatrix} 0,3 & 0,25 & 0,1 \\ 0,1 & 0,05 & 0,15 \\ 0,1 & 0,3 & 0,2 \end{bmatrix}; Y = \begin{bmatrix} 200 \\ 450 \\ 750 \end{bmatrix}$	$t = (0,3 \ 0,5 \ 0,7)$ $f = (1,1 \ 1,3 \ 1,5)$
№23	$A = \begin{bmatrix} 0,1 & 0,1 & 0,15 \\ 0,5 & 0,05 & 0,2 \\ 0,3 & 0,15 & 0,6 \end{bmatrix}; Y = \begin{bmatrix} 55 \\ 86 \\ 20 \end{bmatrix}$	$t = (0,9 \ 0,8 \ 0,7)$ $f = (2,0 \ 2,4 \ 2,2)$
№24	$A = \begin{bmatrix} 0,1 & 0,125 & 0,15 \\ 0,4 & 0,375 & 0,2 \\ 0,4 & 0,1 & 0,2 \end{bmatrix}; Y = \begin{bmatrix} 100 \\ 160 \\ 150 \end{bmatrix}$	$t = (0,8 \ 0,9 \ 0,7)$ $f = (1,5 \ 1,2 \ 1,8)$

№25	$A = \begin{bmatrix} 0,07 & 0,28 & 0,35 \\ 0,18 & 0,24 & 0,1 \\ 0,1 & 0,1 & 0,25 \end{bmatrix}; \quad Y = \begin{bmatrix} 58 \\ 20 \\ 24 \end{bmatrix}$	$t = (0,3 \ 0,6 \ 0,5)$ $f = (1,4 \ 1,7 \ 1,5)$
№26	$A = \begin{bmatrix} 0,04 & 0,28 & 0,34 \\ 0,12 & 0,24 & 0,1 \\ 0,3 & 0,1 & 0,12 \end{bmatrix}; \quad Y = \begin{bmatrix} 36 \\ 20 \\ 28 \end{bmatrix}$	$t = (0,6 \ 0,6 \ 0,5)$ $f = (1,3 \ 1,7 \ 1,8)$
№27	$A = \begin{bmatrix} 0,09 & 0,38 & 0,32 \\ 0,08 & 0,26 & 0,12 \\ 0,1 & 0,3 & 0,25 \end{bmatrix}; \quad Y = \begin{bmatrix} 48 \\ 20 \\ 28 \end{bmatrix}$	$t = (0,5 \ 0,8 \ 0,3)$ $f = (1,5 \ 1,7 \ 1,8)$
№28	$A = \begin{bmatrix} 0,06 & 0,32 & 0,24 \\ 0,16 & 0,28 & 0,12 \\ 0,2 & 0,1 & 0,25 \end{bmatrix}; \quad Y = \begin{bmatrix} 40 \\ 20 \\ 10 \end{bmatrix}$	$t = (0,1 \ 0,6 \ 0,4)$ $f = (1,2 \ 1,5 \ 1,8)$
№29	$A = \begin{bmatrix} 0,06 & 0,26 & 0,34 \\ 0,17 & 0,23 & 0,1 \\ 0,2 & 0,1 & 0,25 \end{bmatrix}; \quad Y = \begin{bmatrix} 48 \\ 30 \\ 28 \end{bmatrix}$	$t = (0,2 \ 0,6 \ 0,5)$ $f = (1,8 \ 1,5 \ 1,3)$
№30	$A = \begin{bmatrix} 0,08 & 0,27 & 0,32 \\ 0,19 & 0,25 & 0,2 \\ 0,3 & 0,3 & 0,26 \end{bmatrix}; \quad Y = \begin{bmatrix} 56 \\ 28 \\ 22 \end{bmatrix}$	$t = (0,4 \ 0,5 \ 0,3)$ $f = (1,6 \ 1,8 \ 1,2)$

**Глава 4 Практическая работа №4**  
**Математико-статистические методы анализа**  
**и прогноза количественных показателей экономических систем**

Отчёт по работе своего варианта должен содержать два файла: файл решения задачи, выполненный в электронных таблицах Excel, файл с пояснениями решения, выполненный в Word.

**4.1 Задание к практической работе №4**

Для двух показателей экономической системы в таблице приведены временные ряды (смотри варианты заданий).  $t$  – время, годы.  $Y$  – урожайность зерновой культуры в центнерах с одного гектара,  $x$  – внесение удобрений в кг на 1 гектар. Требуется: а) проверить наличие тренда для  $Y(t)$ , использовать при этом метод Фостера-Стьюарта;

б) построить для временного ряда  $Y(t)$  две модели: модель линейной кривой роста (тренда)  $Y(t) = a_0 + a_1 t$ , линейную однофакторную модель регрессии  $Y(t) = a_0 + a_1 X(t)$ ;

в) оценить качество построенных моделей, проведя их исследование на адекватность и точность; адекватность модели определить на основе проверки случайности остаточной суммы (метод пик), наличие нормального закона распределения (критерий размаха), независимости уровней ряда остатков (метод Дарбина-Уотсона);

- г) для модели регрессии дополнительно рассчитать парный коэффициент корреляции, коэффициент детерминации, коэффициент эластичности и бета – коэффициент, раскрыть их экономический смысл;
- д) построить точечный и доверительный прогноз на два шага вперед (для  $t = 10, 11$ ) для  $Y(t)$  по адекватным моделям;
- е) построить графики моделей;
- ж) дать сравнительную характеристику моделей, выбрать лучшую;
- з) рассчитать и проанализировать модели тренда и регрессии, используя инструмент Регрессия пакета Анализ данных электронных таблиц Excel.

## 4.2 Варианты задания к практической работе №4

Таблица 4.1

Вариан- ты	t	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Y(t)	28	34	39	42	38	42	47	48	54
	x(t)	81	87	94	96	98	100	102	102	103
2	Y(t)	41	43	45	48	48	49	48	46	48
	x(t)	40	42	45	43	45	48	48	50	50
3	Y(t)	62	67	80	81	85	87	84	88	91
	x(t)	18	21	24	26	25	29	34	38	41
4	Y(t)	91	88	84	82	85	81	80	67	62
	x(t)	41	38	34	29	25	26	24	21	18
5	Y(t)	28	32	36	40	38	43	45	48	50
	x(t)	35	38	36	39	40	41	42	45	48
6	Y(t)	50	52	56	58	59	60	62	63	67
	x(t)	62	64	67	70	69	72	78	77	82
7	Y(t)	28	24	26	29	33	31	28	33	35
	x(t)	32	34	41	38	42	48	50	52	55
8	Y(t)	62	68	64	66	68	70	68	71	75
	x(t)	56	58	60	63	67	66	70	72	74
9	Y(t)	76	78	81	80	82	86	84	88	90
	X(t)	74	72	76	76	77	83	80	82	86
10	Y(t)	35	37	40	41	45	51	52	55	57
	X(t)	65	67	63	68	66	73	77	79	711
11	Y(t)	11	13	19	21	24	30	31	36	40
	X(t)	23	29	31	29	34	32	34	37	39
12	Y(t)	40	38	41	40	42	43	47	44	41
	X(t)	39	37	34	32	34	29	31	29	25
13	Y(t)	61	66	79	80	86	83	87	90	94
	X(t)	17	20	23	25	28	33	37	40	43
14	Y(t)	90	87	83	81	84	80	79	66	61
	X(t)	40	37	33	28	24	25	23	20	17
15	Y(t)	27	31	35	39	37	42	44	47	49
	X(t)	31	36	37	31	38	39	36	43	41
16	Y(t)	49	47	54	52	57	59	55	61	62
	X(t)	61	63	66	69	68	71	77	75	81
17	Y(t)	27	23	25	28	32	30	27	32	34
	X(t)	31	33	40	37	41	47	49	51	54
18	Y(t)	69	71	73	75	76	79	80	77	78
	X(t)	55	57	59	62	66	65	69	71	73
19	Y(t)	75	77	80	79	81	85	83	87	89
	X(t)	33	37	39	35	36	38	40	42	45
20	Y(t)	34	36	39	40	44	50	51	54	56
	X(t)	24	26	27	29	32	32	36	36	39
21	Y(t)	13	16	19	23	26	32	33	38	42
	X(t)	27	31	33	31	36	34	36	39	41
22	Y(t)	52	58	53	52	56	63	65	66	73
	X(t)	41	49	45	44	46	51	53	51	57
23	Y(t)	63	68	81	82	86	88	85	89	92
	X(t)	19	22	25	27	26	30	35	39	42

24	Y(t)	92	89	85	83	86	82	81	68	63
	X(t)	42	39	35	30	26	27	25	22	19
25	Y(t)	29	33	37	41	39	44	46	49	51
	X(t)	33	38	39	43	48	49	52	55	60
26	Y(t)	28	34	32	45	38	46	43	48	52
	X(t)	71	73	75	78	80	81	83	85	85
27	Y(t)	20	31	35	45	38	43	48	47	54
	X(t)	82	83	84	86	88	88	90	92	90
28	Y(t)	22	34	31	40	38	43	42	49	54
	X(t)	45	48	49	50	52	54	58	60	63
29	Y(t)	21	31	36	41	39	44	46	49	51
	X(t)	45	46	48	50	53	53	56	58	60
30	Y(t)	12	15	18	22	25	31	32	37	41
	X(t)	26	30	32	30	35	33	35	38	40

### Библиографический список

1. Орлова, И. В. Экономико-математические методы и модели: компьютерное моделирование : учеб. пособие / И. В. Орлова, В. А. Половников. – М. : вузовский учеб. : ИНФРА-М, 2018. – 389 с.
2. Орлова, И. В. Экономико-математическое моделирование. Практическое пособие для решения задач / И. В. Орлова. – М. : вузовский учеб. : ИНФРА-М, 2016. – 140 с.
3. Экономико-математические методы и прикладные модели : учеб. пособие для вузов / В. В. Федосеев [и др.]. – М. : ЮНИТИ, 2001. – 391 с.
4. Туманова, О. Н. Использование компьютерных технологий для решения экономических задач. : учеб. пособие / О. Н. Туманова. – Ухта : УГТУ, 2010. – 94 с.
5. Замков, О. О. Математические методы в экономике : учеб. / О. О. Замков, А. В. Толстопятенко, Ю. Н. Черемных; под общей ред. д.э.н., проф. А. В. Сидоровича ; МГУ им. М. В. Ломоносова. – М. : Изд-во «Дело и Сервис», 2001. – 368 с.