# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В КОММЕРЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

ИЗДАТЕЛЬСТВО ТГТУ

Министерство образования и науки Российской Федерации

ГОУ ВПО «Тамбовский государственный технический университет»

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В КОММЕРЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Контрольные работы
для студентов 2 курса заочного отделения
специальности 080301

Тамбов
Издательство ТГТУ
2006

УДК 330.4
ББК В11я73-5
Б912

Р е ц е н з е н т

Кандидат экономических наук, доцент,
зав. кафедрой «Бухгалтерский учет и аудит» ТГТУ
*Л.В. Пархоменко*

Б912 Использование математических методов в коммерческой деятельности : контрольные работы / сост. О.Ю. Буравлева. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2006. – 24 с. – 100 экз.

Представлены задачи контрольных работ 1 и 2 по курсу «Математика в экономике» для студентов заочного отделения специальности 080301 «Коммерция (торговое дело)».

УДК 330.4
ББК В11я73-5



Учебное издание

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ
МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ
В КОММЕРЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Контрольные работы

Составитель
БУРАВЛЕВА Оксана Юрьевна

Редактор В.Н. Митрофанова
Компьютерное макетирование М.А. Филатовой

Подписано в печать 13.10.2006
Формат 60 × 84 / 16. Бумага газетная. Гарнитура Times New Roman.
1,36 уч.-изд. л. Тираж 100 экз. Заказ № 514

Издательско-полиграфический центр
Тамбовского государственного технического университета,
392000, Тамбов, Советская, 106, к. 14

Представлены задачи контрольных работ 1 и 2 по курсу «Математика в экономике» для студентов заочного отделения специальности 080300 «Коммерция». Контрольная работа 1 содержит задачи по разделу «Линейное программирование», контрольная работа 2 – по разделам «Транспортная задача линейного программирования», «Комбинаторика», «Теория вероятностей». Номера вариантов контрольной работы определяются по порядковому номеру студента в списке группы в соответствии с табл. 15 (для контрольной работы 1) и табл. 29 (для контрольной работы 2).

## Контрольная работа 1

**Задание 1**

1 Введите переменные.
2 Определить целевую функцию.
3 Составить систему ограничений.
4 Определить вид математической модели задачи.

*Задача 1*. Малое предприятие (МП) выпускает два вида прохладительных напитков («Радуга» и «Сияние»), предназначенных для детей и взрослых соответственно. В производстве напитков используется четыре вида сырья: газированная вода, фруктовый сироп, лед и тонизирующая добавка. Нормы расхода сырья на производство одной партии напитков и прибыль от ее реализации даны в табл. 1.

Таблица 1

| Сырье | Норма расхода сырья | | Суточный запас сырья |
|---|---|---|---|
| | «Радуга» | «Сияние» | |
| Газированная вода | 6 л | 5 л | 1200 л |
| Фруктовый сироп | 1 л | 0,5 л | 150 л |
| Лед | 0,6 кг | 1,2 кг | 150 л |
| Тонизирующая добавка | 0,1 кг | 0,5 кг | 30 кг |
| Прибыль от партии напитка | 30 р. | 40 р. | |

*Задача 2.* Автомобильный завод выпускает три вида автомобилей «Волга»: серийный вариант, повышенной комфортности и представительского класса. Время сборки на конвейере одного автомобиля составляет для этих типов автомобилей 1, 2 и 3 мин, а расход бензина на 100 км равен 10, 15 и 20 л соответственно. Экологическое законодательство требует, чтобы средний расход бензина не превышал 13 л. Прибыль от реализации одного автомобиля составляет 6, 10 и 25 тыс. р. соответственно.

*Задача 3.* Диетолог разрабатывает новую диету, состоящую из сливочного масла, натуральных бифштексов (мяса), хлеба и яблочного сока. Содержание калорий, белков, жиров, углеводов и холестерина (в 100 г продукта), а также максимальные и минимальные нормы их потребления (в день) приведены в табл. 2. Здесь же указана цена в рублях 100 г соответствующего продукта.

Таблица 2

| Элемент питания | Содержание в 100 г продукта | | | | Норма потребления | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | масло | мясо | хлеб | сок | min | max |
| Калории | 800 | 280 | 245 | 80 | 2400 | 2800 |
| Белок, г | 0,6 | 15 | 8 | 0 | 60 | 60 |
| Жир, г | 20 | 5 | 0 | 0 | 0 | 30 |
| Углеводы, г | 0 | 0 | 5 | 10 | 10 | 40 |
| Холестерин, г | 0,15 | 0,08 | 0 | 0 | 0 | 0,5 |
| Цена, р. | 3 | 4 | 0,5 | 1 | | |

*Задача 4*. Из двух видов сырья завод получает сплав меди, олова и цинка. Процентное содержание компонентов в сырье обоих видов дано в табл. 3.

Таблица 3

| Компоненты | Содержание компонента в сырье, % | |
|---|---|---|
| | 1 | 2 |
| Медь | 10 | 25 |
| Олово | 30 | 20 |

| | | |
|---|---|---|
| Цинк | 15 | 10 |

Цена 1 т сырья составляет 2000 р. и 3000 р., а имеющиеся запасы не превышают 5 и 12 т для 1-го и 2-го видов сырья соответственно. Полученный сплав должен содержать не более 1 т цинка, не менее 2 т олова, а содержание в нем меди должно составлять не менее 15 %.

*Задача 5.* Сельскохозяйственное предприятие обязалось поставить в два магазина 25 и 35 т картофеля соответственно. Предприятие располагает тремя складами с запасами картофеля 15, 20 и 30 т соответственно. Расходы на поставку 1 т картофеля с каждого из складов в оба магазина даны в табл. 4.

Таблица 4

| Склады \ Магазины | 1 | 2 |
|---|---|---|
| 1 | 20 р. | 45 р. |
| 2 | 30 р. | 20 р. |
| 3 | 40 р. | 35 р. |

**Задание 2**

1 Составить математическую модель задачи линейного программирования.

2 Найти графическое линейное решение задачи.

*Задача 1.* Простейшая диета состоит из телятины и хлеба. Содержание в 100 г продукта калорий и холестерина дано в табл. 5, 6, 7.

Таблица 5

| Элемент питания | Содержание в 100 г продукта | | Норма потребления | |
|---|---|---|---|---|
| | телятина | хлеб | min | max |
| Калории | 600 | 200 | 2400 | 3000 |
| Холестерин, г | 0,15 | 0,10 | 0 | 0,9 |
| Цена, р. | 3 | 0,5 | | |

Таблица 6

| Элемент питания | Содержание в 100 г продукта | | Норма потребления | |
|---|---|---|---|---|
| | телятина | хлеб | min | max |
| Калории | 300 | 200 | 2400 | 3600 |
| Холестерин, г | 0,1 | 0,1 | 0 | 1,5 |
| Цена, р. | 4 | 3 | | |

Таблица 7

| Элемент питания | Содержание в 100 г продукта | | Норма потребления | |
|---|---|---|---|---|
| | телятина | хлеб | min | max |
| Калории | 350 | 280 | 2100 | 3200 |
| Холестерин, г | 0,1 | 0,1 | 0 | 1,6 |
| Цена, р. | 5 | 2 | | |

*Задача 2.* Цех выпускает два вида смесей из цемента и песка. Процентное содержание цемента и песка в смесях, прибыль от продажи 1 т смеси, запасы цемента и песка и максимальное потребление каждой смеси даны в табл. 8, 9.

Таблица 8

| Компоненты | Смесь | | Запасы, т |
|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | |
| Цемент, % | 60 | 40 | 9,6 |
| Песок, % | 40 | 60 | 8,4 |
| Прибыль, р. | 480 | 35 | |
| Максимальное потребление, т | 14 | 10 | |

Таблица 9

| Компоненты | Смесь | | Запасы, т |
|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | |
| Цемент, % | 60 | 20 | 7,2 |
| Песок, % | 40 | 80 | 12,8 |
| Прибыль, р. | 480 | 320 | |
| Максимальное потребление, т | 10 | 14 | |

**Задание 3**

1 Определить вид задачи линейного программирования.
2 Привести задачу к симплексной форме.
3 Решите задачу симплекс-методом.
4 Решить задачу графически.

а) $Z(x) = x_1 + 2x_2 + 5 \to \max$
$$\begin{cases} 2x_1 - x_2 + 5; \\ x_1 + 2x_2 \le 8; \\ x_1 + x_2 \le 5; \\ x_1 \ge 0,\ x_2 \ge 0. \end{cases}$$

б) $Z(x) = 10 - 6x_1 - 2x_2 \to \min$
$$\begin{cases} 6x_1 - 2x_2 \le 36; \\ 3x_1 + 2x_2 \le 36; \\ x_1 + 2x_2 \le 28; \\ x_1 \ge 0,\ x_2 \ge 0. \end{cases}$$

в) $Z(x) = x_1 + 3x_2 + 1 \to \max$
$$\begin{cases} -x_1 + 3x_2 \le 9; \\ 2x_1 + 3x_2 \le 18; \\ 2x_1 + x_2 \le 14; \\ x_1 \ge 0,\ x_2 \ge 0. \end{cases}$$

г) $Z(x) = 2x_1 + x_2 + 4 \to \min$
$$\begin{cases} -x_1 + 2x_2 \le 4; \\ x_1 + x_2 \le 5; \\ x_1 - x_2 \le 3; \\ x_1 \ge 0,\ x_2 \ge 0. \end{cases}$$

д) $Z(x) = 3x_1 + 2x_2 + 4 \to \max$
$$\begin{cases} -2x_1 + 3x_2 \le 6; \\ x_1 + x_2 \le 7; \\ x_1 - 2x_2 \le 4; \\ x_1 \ge 0,\ x_2 \ge 0. \end{cases}$$

**Задание 4**

1 Привести математическую формулировку задачи.
2 Привести математическую формулировку двойственной задачи.
3 Решить двойственную задачу.
4 Найти решение исходной задачи в последней симплексной таблице двойственной задачи. Дать экономическую интерпретацию результатам.

Рацион некоторого животного должен в день содержать не менее $b_1$ сумму углеводов и $b_2$ единиц протеина. Для составления рациона имеется три основных вида продуктов. Продукт I стоит – $c_1$ р. за единицу, продукт II – $c_2$ р. за единицу, продукт III – $c_3$ р. за единицу. Продукт I содержит $a_{11}$ единиц углеводов и $a_{12}$ единиц протеина. Продукт II содержит $a_{21}$ единиц углеводов и $a_{22}$ единиц протеина. Продукт III содержит $a_{31}$ единиц углеводов и $a_{32}$ единиц протеина. Определить самую дешевую комбинацию продуктов, которая удовлетворит необходимым ограничениям (табл. 10).

Таблица 10

| Вариант | $c_1$ | $c_2$ | $c_3$ | $b_1$ | $b_2$ | $a_{11}$ | $a_{12}$ | $a_{21}$ | $a_{22}$ | $a_{31}$ | $a_{32}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I | 400 | 400 | 500 | 300 | 40 | 600 | 2 | 50 | 8 | 500 | 10 |
| II | 300 | 200 | 400 | 200 | 40 | 200 | 2 | 100 | 4 | 400 | 8 |
| III | 200 | 200 | 300 | 100 | 50 | 400 | 5 | 50 | 2 | 300 | 20 |
| IV | 100 | 300 | 400 | 300 | 60 | 200 | 4 | 20 | 6 | 250 | 5 |
| V | 200 | 500 | 200 | 150 | 20 | 300 | 6 | 30 | 5 | 300 | 10 |

**Задание 5**

Решить задачу линейного программирования симплексным методом с введением искусственного базиса. Найти максимальное значение функции $Z(X) = c_1 + c_2 + c_3$ при условных: $x_1, x_2, x_3 \ge 0$ (табл. 11).

**Задание 6.** Решить двойственным симплексным методом задачу линейного программирования:

а) $Z(X) = -x_1 - x_2 - 3x_3 \to \max$

$$\begin{cases} x_1 + x_2 + 2x_3 \geq 1; \\ x_1 + 2x_2 + x_3 \geq 3; \\ 2x_1 - x_2 + 3x_3 \geq 4; \\ x_1, x_2, x_3 \geq 0. \end{cases}$$

б) $Z(X) = -3x_1 - 2x_2 - x_3 \to \max$

$$\begin{cases} 2x_1 + 2x_2 \geq 1; \\ x_1 + x_2 + x_3 \leq 2; \\ x_1 + x_3 \leq 1; \\ x_1, x_2, x_3 \geq 0. \end{cases}$$

в) $Z(X) = x_1 + 4x_2 + x_3 \to \min$

$$\begin{cases} x_1 + 2x_2 + 3x_3 \geq 1; \\ -3x_1 + x_3 \leq 2; \\ -x_1 - x_2 + 4x_3 \geq 1; \\ x_1, x_2, x_3 \geq 0. \end{cases}$$

г) $Z(X) = x_1 + 2x_2 + 4x_3 \to \min$

$$\begin{cases} x_1 + x_2 - x_3 \geq 2; \\ 2x_1 + 2x_2 + x_3 \leq 1; \\ -x_1 + 4x_2 + 4x_3 \leq 3; \\ x_1, x_2, x_3 \geq 0. \end{cases}$$

д) $Z(X) = -x_1 - 2x_2 - x_3 \to \max$

$$\begin{cases} x_1 + 2x_2 + 3x_3 \geq 1; \\ -x_1 + 2x_2 + x3 \leq 2; \\ 2x_1 - x_2 + 4x_3 \geq 1; \\ x_1, x_2, x_3 \geq 0. \end{cases}$$

**Задание 7.** Предприятие выпускает два вида продукции. Обозначения норм расхода сырья и прибыли от единицы продукции указаны в табл. 12. Численные данные по вариантам приведены в табл. 13, дополнительные ограничения даны в табл. 25. Кроме ограничений на сырье имеются статистически обоснованные ограничения на спрос $x_1$ и $x_2$. Восемь вариантов таких ограничений занумерованных римскими цифрами I – VIII и приведены в 1-м столбце табл. 14. В каждом из вариантов I – VIII имеется три подварианта 1 – 3 конкретных числовых значений коэффициентов, входящих в эти ограничения (столбцы 1, 2, 3 табл. 25). Всего приведено 25 вариантов задачи о ресурсах.

Таблица 12

| Сырье | Расход на единицу продукции | | Запасы сырья | Изменения запаса сырья |
|---|---|---|---|---|
| $A$ | $a_1$ | $a_2$ | $A_{max}$ | $\Delta A$ |
| $B$ | $b_1$ | $b_2$ | $B_{max}$ | $\Delta B$ |
| Прибыль | $c_1$ | $c_2$ | | |

Таблица 13

| № | Задание | $c_1$ | $c_2$ | $a_1$ | $a_2$ | $b_1$ | $b_2$ | $A_{max}$ | $B_{max}$ | $\Delta A$ | $\Delta B$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 1 | I, 1 | 3 | 2 | 2 | 1 | 2 | 3 | 10 | 18 | 1/2 | –2 |
| 2 | I, 2 | 2 | 3 | 4 | 3 | 2 | 1 | 24 | 10 | –2 | 2 |
| 3 | I, 3 | 4 | 3 | 3 | 1 | 1 | 3 | 15 | 21 | 3 | –3 |
| 4 | II, 1 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 2 | 20 | 36 | 2 | –1 |
| 5 | II, 2 | 3 | 2 | 3 | 4 | 2 | 1 | 4 | 20 | –2 | 3 |
| 6 | II, 3 | 2 | 1 | 1 | 3 | 3 | 1 | 33 | 42 | –3 | 3 |
| 7 | III, 1 | 3 | 1 | 2 | 3 | 2 | 1 | 6 | 30 | –2 | 4 |
| 8 | III, 2 | 5 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 33 | 20 | 1 | 1 |
| 9 | III, 3 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 40 | 44 | 1 | 2 |
| 10 | IV, 1 | 1 | 2 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 15 | –2 | 2 |
| 11 | IV, 2 | 1 | 5 | 1 | 3 | 1 | 1 | 33 | 20 | 3 | –3 |
| 12 | IV, 3 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 22 | 2 | –2 |
| 13 | V, 1 | 6 | 4 | 2 | 1 | 4 | 3 | 10 | 18 | 1/2 | –2 |
| 14 | V, 2 | 4 | 3 | 8 | 3 | 2 | 2 | 2 | 10 | –1 | 2 |
| 15 | V, 3 | 8 | 3 | 6 | 1 | 2 | 3 | 1 | 21 | 30 | –1 |
| 16 | VI, 1 | 6 | 4 | 2 | 2 | 6 | 2 | 2 | 36 | 1 | –1 |
| 17 | VI, 2 | 6 | 2 | 6 | 4 | 4 | 1 | 48 | 20 | –1 | 2 |
| 18 | VI, 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 6 | 1 | 30 | 42 | –1 | 1 |
| 19 | VII, 1 | 6 | 1 | 4 | 3 | 4 | 1 | 60 | 30 | –1 | 2 |
| 20 | VII, 2 | 10 | 3 | 6 | 1 | 2 | 1 | 30 | 20 | 1 | 1 |
| 21 | VII, 3 | 2 | 1 | 4 | 1 | 2 | 2 | 40 | 44 | 1 | 2 |
| 22 | VIII, 1 | 2 | 2 | 6 | 2 | 2 | 2 | 30 | 15 | –1 | 3 |
| 23 | VIII, 2 | 2 | 5 | 2 | 3 | 2 | 1 | 30 | 20 | 1 | –1 |
| 24 | VIII, 3 | 2 | 1 | 2 | 2 | 4 | 1 | 20 | 22 | 1 | 1 |
| 25 | I, 1 | 4 | 1 | 2 | 1 | 2 | 3 | 12 | 15 | 1/2 | –1/2 |

Таблица 14

| Вариант | Коэффициенты | 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|---|---|
| I: $x_1 \le \mathrm{K}x_2$, | $K$ | 2 | 3 | 4 |
| $x_1+x_2 \le \mathrm{S}$ | $S$ | 6,5 | 6,5 | 8 |
| II: $x_2 \le \mathrm{K}x_1$, | $K$ | 2 | 3 | 4 |
| $x_1+x_2 \le \mathrm{S}$ | $S$ | 13 | 13 | 16 |
| III: $x_2 \le \mathrm{P}$, | $P$ | 18 | 1 | 20 |
| $x_1 \le x_2+\Delta\mathrm{P}$ | $\Delta\mathrm{P}$ | 3 | 2 | 5 |

*Продолжение табл. 14*

| Варианты | Коэффициенты | 9 | 18 | 10 |
|---|---|---|---|---|
| IV: $x_1 \le \mathrm{Q}$, $x_2 \le x_1+\Delta\mathrm{Q}$ | $\Delta Q$ | 1,5 | 4 | 4 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| V: $2x_1 \le Kx_2$, $2x_1+x_2 \le S$ | $K$ | 2 | 3 | 4 |
| | $S$ | 6,5 | 6,5 | 8 |
| VI: $5x_2 \le Kx_1$, $2x_1+x_2 \le S$ | $K$ | 2 | 3 | 4 |
| | $S$ | 13 | 13 | 16 |
| VII: $x_2 \le P$, $2x_1 \le x_2+\Delta P$ | $P$ | 18 | 1 | 20 |
| | $\Delta P$ | 3 | 2 | 5 |
| VIII: $2x_1 \le Q$, $x_2 \le 2x_1+\Delta Q$ | $Q$ | 9 | 18 | 10 |
| | $\Delta Q$ | 1,5 | 4 | 4 |

Выполните следующие задания:

1 В соответствии с порядковым номером полученного вами варианта задания, по первым двум столбцам табл. 13 определите римскую цифру (от до VIII) Вашего варианта дополнительных ограничений и арабскую цифру (от 1 до 3) Вашего подварианта числовых данных в табл. 14.

2 Составьте математическую модель задачи:

1) введите переменные;

2) определите целевую функцию;

3) запишите ограничения на сырье;

4) выпишите дополнительные ограничения на спрос;

5) запишите целиком, полученную модель задачи ЛП;

6) подставьте числовые данные Вашего варианта.

3 Решите полученную задачу ЛП графически или симплекс-методом.

4 Составьте двойственную задачу ЛП.

5 Определите двойственные оценки по теореме двойственности. Сравните с индексной строкой последней симплекс-таблицы.

6 Выпишите матрицу устойчивости. Найдите интервалы устойчивости двойственных оценок при изменении каждого сырья в отдельности.

Варианты контрольной работы приведены в табл. 15. Номер выполняемого варианта совпадает с порядковым номером студента в списке группы.

Таблица 15

| Вариант | Задание 1 | Задание 2 | Задание 3 | Задание 4 | Задание 5 | Задание 6 | Задание 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 1, табл. 5 | а | I | IV | а | 1 |
| 2 | 2 | 1, табл. 6 | б | II | V | б | 2 |
| 3 | 3 | 2, табл. 7 | в | III | I | в | 3 |
| 4 | 4 | 2, табл. 8 | г | IV | II | г | 4 |
| 5 | 5 | 2, табл. 9 | д | V | III | д | 5 |
| 6 | 1 | 1, табл. 6 | в | I | IV | в | 6 |
| 7 | 2 | 2, табл. 7 | а | II | V | а | 7 |
| 8 | 3 | 2, табл. 8 | б | III | I | б | 8 |
| 9 | 4 | 1, табл. 9 | в | IV | III | в | 9 |
| 10 | 5 | 1, табл. 5 | г | V | IV | г | 10 |
| 11 | 1 | 1, табл. 6 | д | I | V | д | 11 |
| 12 | 2 | 2, табл. 7 | а | III | I | б | 12 |
| 13 | 3 | 2, табл. 9 | а | IV | II | а | 13 |
| 14 | 4 | 2, табл. 8 | б | V | III | б | 14 |
| 15 | 5 | 1, табл. 5 | в | I | IV | в | 15 |
| 16 | 1 | 1, табл. 6 | г | II | I | г | 16 |
| 17 | 2 | 1, табл. 5 | д | III | III | д | 17 |
| 18 | 3 | 1, табл. 8 | г | IV | IV | а | 18 |
| 19 | 4 | 2, табл. 7 | а | V | V | а | 19 |
| 20 | 5 | 2, табл. 8 | б | II | I | б | 20 |
| 21 | 1 | 2, табл. 7 | в | III | II | в | 21 |
| 22 | 2 | 2, табл. 5 | г | IV | III | г | 22 |
| 23 | 3 | 2, табл. 7 | д | V | IV | д | 23 |

*Продолжение табл.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 24 | 4 | 1, табл. 6 | б | I | III | в | 24 |
| 25 | 5 | 2, табл. 9 | а | IV | IV | а | 25 |

## Контрольная работа 2

**Задание 1**

1 Составить математическую модель транспортной задачи.
2 Найти начальный опорный план:
а) методом северо-западного угла;
б) методом минимальной стоимости.
3 Решить задачу методом потенциалов.

а)

Таблица 16

| Площадка | 1 | 2 | 3 | Отгрузка |
|---|---|---|---|---|
| Завод 1 | 30 | 40 | 50 | $a_1 = 120$ |
| Завод 2 | 20 | 30 | 40 | $a_2 = 100$ |
| Заказ | $b_1 = 70$ | $b_2 = 80$ | $b_3 = 70$ | |

б)

Таблица 17

| Площадка | 1 | 2 | 3 | Отгрузка |
|---|---|---|---|---|
| Завод 1 | 40 | 60 | 80 | $a_1 = 150$ |
| Завод 2 | 90 | 30 | 50 | $a_2 = 100$ |
| Заказ | $b_1 = 110$ | $b_2 = 80$ | $b_3 = 60$ | |

в)

Таблица 18

| Площадка | 1 | 2 | 3 | Отгрузка |
|---|---|---|---|---|
| Завод 1 | 70 | 40 | 60 | $a_1 = 120$ |
| Завод 2 | 30 | 80 | 50 | $a_2 = 80$ |
| Заказ | $b_1 = 70$ | $b_2 = 80$ | $b_3 = 50$ | |

г)

Таблица 19

| Площадка | 1 | 2 | 3 | Отгрузка |
|---|---|---|---|---|
| Завод 1 | 90 | 40 | 70 | $a_1 = 150$ |
| Завод 2 | 60 | 80 | 50 | $a_2 = 100$ |
| Заказ | $b_1 = 50$ | $b_2 = 80$ | $b_3 = 120$ | |

д)

Таблица 20

| Площадка | 1 | 2 | 3 | Отгрузка |
|---|---|---|---|---|
| Завод 1 | 60 | 30 | 80 | $a_1 = 100$ |
| Завод 2 | 20 | 70 | 40 | $a_2 = 140$ |
| Заказ | $b_1 = 80$ | $b_2 = 90$ | $b_3 = 70$ | |

**Задание 2.** Другие модели транспортной задачи (найти оптимальные план перевозки груза).

*Задача 1.* Торговый дом "Дока-хлеб" закупил пшеницу в Гданьске, Оренбурге и Краснодаре. Ее необходимо доставить в четыре филиала фирмы в Москве, Петербурге, Твери и Туле. Тарифы на доставку одной тонны пшеницы, объемы закупок и требуемое количество даны в таблицах по вариантам. Стоимость хранения в Гданьске, Оренбурге и Краснодаре 1 т зерна составляет соответственно $c_1$, $c_2$ и $c_3$. Найдите оптимальный план поставок пшеницы.

а)

Таблица 21

| Филиалы / Поставщик | Москва | Санкт-Петербург | Тверь | Тула | Объем закупки |
|---|---|---|---|---|---|
| Гданьск | 300 | 100 | 150 | 250 | 450 |
| Краснодар | 300 | 400 | 350 | 200 | 550 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Оренбург | 250 | 300 | 200 | 300 | 600 |
| Заказ | 600 | 500 | 200 | 100 | |

$c_1 = 250$; $c_2 = 200$; $c_3 = 150$.

б)

Таблица 22

| Филиалы / Поставщик | Москва | Санкт-Петербург | Тверь | Тула | Объем закупки |
|---|---|---|---|---|---|
| Гданьск | 200 | 300 | 250 | 150 | 550 |
| Краснодар | 300 | 400 | 300 | 250 | 650 |
| Оренбург | 150 | 250 | 200 | 200 | 800 |
| Заказ | 450 | 700 | 300 | 300 | |

$c_1 = 200$; $c_2 = 100$; $c_3 = 150$.

в)

Таблица 23

| Филиалы / Поставщик | Москва | Санкт-Петербург | Тверь | Тула | Объем закупки |
|---|---|---|---|---|---|
| Гданьск | 200 | 300 | 250 | 150 | 650 |
| Краснодар | 250 | 400 | 300 | 250 | 750 |
| Оренбург | 150 | 250 | 200 | 200 | 600 |
| Заказ | 500 | 750 | 400 | 300 | |

$c_1 = 200$; $c_2 = 100$; $c_3 = 150$.

*Задача 2.* Четыре магазина «Лига-плюс», «Умка», «Гурман» и «Улей» торгуют молочной продукцией, которую поставляют три молокозавода. Первый завод имеет соглашение с фирменным магазином "Гурман" о фиксированной поставке ему своей продукции. Тарифы на доставку молочной продукции и объем фиксированной поставки (в ящиках) даны в таблицах по вариантам. Найдите оптимальный план поставок молочной продукции.

а)

Таблица 24

| Магазин / Завод | «Лига-плюс» | «Гурман» | «Умка» | «Улей» | Объем закупки |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 5 | 8<br>200 | 6 | 10 | 700 |
| 2 | 9 | 6 | 7 | 5 | 800 |
| 3 | 6 | 7 | 5 | 8 | 500 |
| | 800 | 400 | 600 | 200 | |

б)

Таблица 25

| Магазин / Завод | «Лига-плюс» | «Гурман» | «Умка» | «Улей» | Объем закупки |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 5 | 300 | 10<br>5 | 7 | 400 |
| 2 | 6 | 8 | 5 | 8 | 600 |
| 3 | 7 | 9 | 6 | 4 | 900 |
| | 500 | 700 | 200 | 500 | |

## К РАЗДЕЛУ «КОМБИНАТОРИКА»

**Задание 3**

Таблица 26

| Вариант № | Задания |
|---|---|
| I | а) Комиссия состоит из председателя, его заместителя и еще пяти человек. Сколькими способами члены комиссии могут распределить между собой обязанности? б) Чемпионат, в котором участвуют 16 команд, проводится в два круга (т.е. каждая команда дважды встречается с любой другой). Определить, какое количество встреч следует провести. в) Две ладьи различного цвета расположены на шахматной доске так, что каждая может взять другую. Сколько существует таких расположений? |
| II | а) Сколькими способами можно выбрать трех дежурных из группы в 20 человек? б) Замок открывается только в том случае, если набран определенный трехзначный номер. Попытка состоит в том, что набирают наугад три цифры из заданных пяти цифр. Угадать номер удалось только на последней из всех возможных попыток. |

| | |
|---|---|
| | Сколько попыток предшествовало удачной? в) Порядок выступления восьми участников конкурса определяется жребием. Сколько различных исходов жеребьевки при этом возможно? |
| III | а) Сколько различных звукосочетаний можно взять на десяти выбранных клавишах рояля, если каждое звукосочетание может содержать от трех до десяти звуков? б) Из группы в 15 человек выбирают четырех участников эстафеты 800 + 400 + 200 + 100. Сколькими способами можно расставить спортсменов по этапам эстафеты? в) На книжной полке помещается 30 томов. Сколькими способами их можно расставить, чтобы при этом первый и второй тома не стояли рядом? |
| IV | а) В вазе стоят 10 красных и 5 розовых гвоздик. Сколькими способами можно выбрать из вазы пять гвоздик одного цвета? б) Команда из пяти человек выступает на соревнованиях по плаванию, в которых участвуют еще 20 спортсменов. Сколькими способами могут распределиться места, занятые членами этой команды? в) Поезд метро делает 16 остановок, на которых выходят все пассажиры. Сколькими способами могут распределиться между этими остановками 100 пассажиров, вошедших в поезд на конечной остановке? |

*Продолжение табл. 26*

| Вариант | Задания |
|---|---|
| V | а) Номера трамвайных маршрутов иногда обозначаются двумя цветными фонарями. Какое количество различных маршрутов можно обозначить, если использовать фонари восьми цветов? б) Сколькими способами можно расположить на шахматной доске две ладьи так, чтобы одна не могла взять другую? (Одна ладъя может взять другую, если она находится с ней на одной горизонтали или на одной вертикали шахматной доски). в) Сколько трехзначных чисел, делящихся на 3, можно составить из цифр 0, 1, 2, 3, 4, 5, если каждое число не должно содержать одинаковых цифр? |

## К РАЗДЕЛУ «ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ»:

**Задание 4**

Таблица 27

| Вариант | Задания |
|---|---|
| | **а) Классическое и статистическое определение вероятности** |
| I | Брошены две игральные кости. Найти вероятность того, что сумма очков на выпавших гранях четная, причем на грани одной из костей появится шестерка |
| II | При перевозке ящика, в котором содержалась 21 стандартная и 10 нестандартных деталей, утеряна одна деталь, причем не известно какая. Наудачу извлеченная (после перевозки ящика) деталь оказалась стандартной. Найти вероятность того, что была утеряна: а) стандартная деталь; б) нестандартная деталь |
| III | Куб, все грани которого окрашены, распилен на тысячу кубиков одинакового размера, которые затем тщательно перемешаны. Найти вероятность того, что наудачу извлеченный кубик имеет: а) одну окрашенную грань; б) две окрашенные грани; в) три окрашенные грани |
| IV | В конверте среди 100 фотокарточек находится одна разыскиваемая. Из конверта наудачу извлечены 10 карточек. Найти вероятность того, что среди них окажется нужная |
| V | В коробке пять одинаковых деталей, причем три из них окрашены. Наудачу извлечены два изделия. Найти вероятность того, что среди двух извлеченных изделий окажутся: а) одно окрашенное изделие; б) два окрашенных изделия; в) хотя бы одно окрашенное изделие |
| | **б) Теоремы сложения и умножения вероятностей** |
| I | На стеллаже библиотеки в случайном порядке расставлены 15 учебников, причем 5 из них в переплете. Библиотекарь наудачу выбирает три учебника. Найти вероятность того, что хотя бы один из взятых учебников окажется в переплете |

*Продолжение табл. 27*

| Вариант | Задания |
|---|---|
| II | В ящике 10 деталей, из которых 4 окрашены. Сборщик взял наудачу 3 детали. Найти вероятность того, что хотя бы одна из взятых деталей окрашена |
| III | Для сигнализации об аварии установлены два независимо работающих сигнализатора. Вероятность того, что при аварии сработает первый сигнализатор, равна 0,95, а вероятность того, что при аварии сработает второй сигнализатор, равна 0,9. Найти вероятность того, что при аварии сработает только один сигнализатор |
| IV | Два стрелка стреляют по мишени. Вероятность попадания в мишень при первом выстреле для первого стрелка равна 0,7, а для второго – 0,8. Найти вероятность того, что при первом залпе в мишень попадет только один из стрелков |
| V | Из партии товаровед отбирает изделия высшего сорта. Вероятность того, что наудачу взятое изделие окажется высшего сорта, равна 0,8. Найти вероятность того, что из трех проверенных изделий только два изделия высшего сорта |
| | **в) Вероятность появления хотя бы одного события** |

| | |
|---|---|
| I | В электрическую цепь последовательно включены три элемента, работающие независимо один от другого. Вероятности отказов первого, второго и третьего элементов соответственно равны $p_1 = 0{,}1$; $p_2 = 0{,}15$; $p_3 = 0{,}2$, найти вероятность того, что тока в цепи не будет |
| II | Устройство содержит два независимо работающих элемента. Вероятности отказа элементов соответственно равны 0,05 и 0,08. Найти вероятность отказа устройства, если достаточно, чтобы отказал хотя бы один элемент |
| III | Для разрушения моста достаточно попадании одной авиационной бомбы. Найти вероятность того, что мост будет разрушен, если на него сбросить четыре бомбы, вероятности попадания которых соответственно равны: 0,3; 0,4; 0,6; 07 |
| IV | Вероятность хотя бы одного попадания стрелком в мишень при трех выстрелах равна 0,875. Найти вероятность попадания при одном выстреле |
| V | Вероятность успешного выполнения упражнения для каждого из двух спортсменов равна 0,5. Спортсмены выполняют упражнение по очереди, причем каждый делает по две попытки. Выполнивший упражнение первым получает приз. Найти вероятность получения приза спортсменами |
| | **г) Формула полной вероятности** |
| I | В урну, содержащую два шара, спущен белый шар, после чего из нее наудачу извлечен один шар. Найти вероятность того, что извлеченный шар окажется белым, если равновозможны все возможные предположения о первоначальном составе шаров (по цвету) |

*Продолжение табл. 27*

Окончание таб

| Вариант | Задания |
|---|---|
| II | В пирамиде пять винтовок, три из которых снабжены оптическим прицелом. Вероятность того, что стрелок поразит мишень при выстреле из винтовки с оптическим прицелом, равна 0,95 для винтовки без оптического прицела эта вероятность равна 0,7. Найти вероятность того, что будет поражена, если стрелок произведет один выстрел из наудачу взятой винтовки |
| III | В первой урне содержится 10 шаров, из них 8 белых, во второй урне 20 шаров, из них 4 белых. Из каждой урны наудачу извлекли по одному шару, а затем из этих двух шаров был наудачу взят один шар. Найти вероятность того, что взят белый шар |
| IV | В каждой из трех урн содержится б черных с 4 белых шара. Из первой урны наудачу извлечен один шар и переложен во вторую урну, после чего из второй урны наудачу извлечен одни шар и переложен в третью урну. Найти вероятность того, что шар, наудачу извлеченный из третьей урны, окажется белым |
| V | В ящике содержится 12 деталей, изготовленных на заводе 1, 20 деталей, изготовленных на заводе 2 и 18 деталей, изготовленных на заводе 3. Вероятность того, что деталь изготовленная на заводе 1 отличного качества, равна 0,9; для деталей, изготовленных на заводах 2 и 3 эти вероятности соответственно равны 0,6 и 0,9. Найти вероятность того, что извлеченная наудачу деталь окажется отличного качества |
| | **д) Основные формулы теории вероятностей** |
| I | В пирамиде 10 винтовок, из которых 4 снабжены оптическим прицелом. Вероятность того, что стрелок сразит мишень при выстреле из винтовки с оптическим прицелом, равна 0,95; для винтовки без оптического прицела эта вероятность равна 0,8. Стрелок поразил мишень из наудачу взятой винтовки. Что вероятнее: стрелок стрелял из винтовки с оптическим прицелом или без него? |
| II | В специализированную больницу поступают в среднем 50 % больных с заболеванием А, 30 % – с заболеванием Б, 20 % – с заболеванием С. Вероятность полного излечения болезни А равна 0,7; для болезней Б и С эти вероятности соответственно равны 0,8 и 0,9. Больной, поступивший в больницу, был выписан здоровым. Найти вероятность того, что этот больной страдал заболеванием А |
| III | Два равносильных противника играют в шахматы. Что вероятнее: а) выиграть одну партию из двух или две партии из четырех; б) выиграть не менее двух партий из четырех или не менее трех партий из пяти? Ничьи во внимание не принимаются |
| IV | В семье пять детей. Найти вероятность того, что среди этих детей: а) два мальчика; б) не более двух мальчиков; в) более двух мальчиков; г) не менее двух и не более трех мальчиков. Вероятность рождения мальчика принять равной 0,51 |
| V | Монету бросают пять раз. Найти вероятность того, что орел выпадет: а) менее двух раз; б) не менее двух раз |

**Задание 5**

Таблица 28

| Вариант | Задание |
|---|---|
| | **а) Дискретные случайные величины, числовые характеристики дискретных случайных величин** |
| I | 1.1 Дискретная случайная величина $X$ задана законом распределения<br>$X$ 0,1 0,3 0,6 0,8<br>$P$ 0,2 0,1 0,4 0,3<br>Построить многоугольник распределения.<br>1.2 Учебник издан тиражом 100 000 экземпляров. Вероятность того, что учебник сброшюрован неправильно, равна 0,0001. Найти вероятность того, что тираж содержит пять бракованных книг.<br>1.3 Для дискретной случайной величины $X$ из п. 1.1. найти: а) математическое ожидание и дисперсию; б) начальные моменты первого, второго и третьего порядков; в) центральные моменты первого, второго, третьего и четвертого порядков.<br>1.4 Используя неравенство Чебышева, оценить для дискретной слу- |

| | |
|---|---|
| | чайной величины $X$ из п. 1.1 вероятность того, что $\lvert X - \mathrm{M}(X) \rvert < 0{,}2$ |
| II | 1.1 Дискретная случайная величина $X$ задана законом распределения<br>$X$ 0,10 0,15 0,20 0,25<br>$P$ 0,1 0,3 0,2 0,4<br>Построить многоугольник распределения.<br>1.2 Устройство состоит из 1000 элементов, работающих независимо один от другого. Вероятность отказа любого элемента в момент времени $T$ равна 0,002. Найти вероятность того, что за время $T$ откажут ровно три элемента.<br>1.3 Для дискретной случайной величины $X$ из п. 1.1 найти: а) математическое ожидание и дисперсию; б) начальные моменты первого, второго и третьего порядков; в) центральные моменты первого, второго, третьего и четвертого порядков.<br>1.4. Используя неравенство Чебышева, оценить для дискретной случайной величины $X$ из п. 1.1 вероятность того, что $\lvert X - \mathrm{M}(X) \rvert < 0{,}7$ |
| III | 1.1 Дискретная случайная величина $X$ задана законом распределения<br>$X$ 0,2 0,4 0,5 0,6<br>$P$ 0,3 0,1 0,2 0,4<br>Построить многоугольник распределения.<br>1.2 Станок штампует детали. Вероятность того, что изготовленная деталь окажется бракованной, равна 0,01. Найти вероятность того, что среди отобранных 200 деталей окажется ровно 4 бракованных.<br>1.3 Для дискретной случайной величины $X$ из п. 1.1. найти: а) математическое ожидание и дисперсию; б) начальные моменты первого, второго и третьего порядков; в) центральные моменты первого, второго, третьего и четвертого порядков.<br>1.4 Используя неравенство Чебышева, оценить для дискретной случайной величины $X$ из п. 1.1 вероятность того, что $\lvert X - \mathrm{M}(X) \rvert < 0{,}5$ |

*Продолжение табл. 28*

| Вариант | Задание |
|---|---|
| IV | 1.1 Дискретная случайная величина $X$ задана законом распределения<br>$X$ 0,2 0,6 0,9 1,2<br>$P$ 0,3 0,1 0,2 0,4<br>Построить многоугольник распределения.<br>1.2 Завод направил на базу 500 изделий. Вероятность повреждения изделия в пути равна 0,002. Найти вероятности того, что в пути будет повреждено изделий: а) ровно 3; б) менее трех; в) более трех; г) хотя бы одно.<br>1.3 Для дискретной случайной величины $X$ из п. 1.1 найти: а) математическое ожидание и дисперсию; б) начальные моменты первого, второго и третьего порядков; в) центральные моменты первого, второго, третьего и четвертого порядков.<br>1.4. Используя неравенство Чебышева, оценить для дискретной случайной величины $X$ из п. 1.1 вероятность того, что $\lvert X - \mathrm{M}(X) \rvert < 0{,}6$ |
| V | 1.1 Дискретная случайная величина $X$ задана законом распределения<br>$X$ 0,3 0,4 0,7 0,10<br>$P$ 0,4 0,1 0,2 0,3<br>Построить многоугольник распределения.<br>1.2 Магазин получил 1000 бутылок минеральной воды. Вероятность того, то бутылка окажется разбитой, равна 0,003. Найти вероятности того, что магазин получит разбитых бутылок:<br>а) ровно 2; б) менее двух; в) более двух; г) хотя бы одну.<br>1.3 Для дискретной случайной величины $X$ из п. 1.1 найти: а) математическое ожидание и дисперсию; б) начальные моменты первого, второго и третьего порядков; в) центральные моменты первого, второго, третьего и четвертого порядков.<br>1.4 Используя неравенство Чебышева, оценить для дискретной случайной величины $X$ из п. 1.1. вероятность того, что $\lvert X - \mathrm{M}(X) \rvert < 0{,}1$ |
| **б) Непрерывные случайные величины, числовые характеристики непрерывных случайных величин, распределения непрерывной случайной величины.** | |
| I | 1.1 Дана функция распределения непрерывной случайной величины $X$<br>$F(X)= \begin{cases} 0, x \le 0; \\ \sin x,\ 0 < x \le \Pi/2; \\ 1, x > \Pi/2. \end{cases}$<br>Найти плотность распределения $f(x)$.<br>1.2 Случайная величина $X$ задана плотностью распределения $f(x) = 2x$ на интервале (0; 1); вне этого интервала $f(x) = 0$. Найти математическое ожидание и дисперсию величины $X$.<br>1.3 Случайная величина $X$ задана плотностью распределения $f(x) = 0{,}5x$ в интервале (0; 2), вне этого интервала $f(x) = 0$. Найти начальные и центральные моменты первого, второго, третьего и четвертого порядков. |

| | |
|---|---|
| | 1.4 Найти дисперсию и среднее квадратическое отклонение случайной величины $X$, распределенной равномерно в интервале (2; 8) |

*Продолжение табл. 28*

| Вариант | Задание |
|---|---|
| II | 1.1 Дана функция распределения непрерывной случайной величины $X$<br>$F(X) = \begin{cases} 0, x \le 0; \\ \sin 2x, 0 < x \le \Pi/4; \\ 1, x > \Pi/4. \end{cases}$<br>Найти плотность распределения $f(x)$.<br>1.2 Случайная величина $X$ задана плотностью распределения $f(x) = (1/2)x$ на интервале (0; 2); вне этого интервала $f(x) = 0$. Найти математическое ожидание и дисперсию величины $X$.<br>1.3 Случайная величина $X$ задана плотностью распределения $f(x) = 2x$ в интервале (0; 1), вне этого интервала $f(x) = 0$. Найти начальные и центральные моменты первого, второго, третьего и четвертого порядков.<br>1.4 Случайные величины $X$ и $Y$ независимы и распределены равномерно: $X$ в интервале $(a, b)$, $Y$ – в интервале $(c, d)$. Найти математическое ожидание и дисперсию произведения $XY$ |
| III | 1.1 Дана функция распределения непрерывной случайной величины $X$<br>$F(X) = \begin{cases} 0, x \le 0; \\ \cos 2x, 0 < x \le \Pi/2; \\ 1, x > \Pi/2. \end{cases}$<br>Найти плотность распределения $f(x)$.<br>1.2 Случайная величина $X$ задана плотностью распределения $f(x) = (-3/4)x^2 + (9/2)x - 6$ на интервале (2; 4); вне этого интервала $f(x) = 0$. Найти моду, математическое ожидание, дисперсию и медиану величины $X$.<br>1.3 Случайная величина $X$ задана плотностью распределения $f(x) = 4x$ в интервале (0; 2), вне этого интервала $f(x) = 0$. Найти начальные и центральные моменты первого, второго, третьего и четвертого порядков.<br>1.4 Математическое ожидание и среднее квадратическое отклонение нормально распределенной случайной величины $X$ соответственно равны 10 и 12. Найти вероятность того, что в результате испытания $X$ примет значение, заключенное в интервале (10; 14) |
| IV | 1.1 Задана плотность распределения $f(x)$ непрерывной случайной величины $X$<br>$f(x) = \begin{cases} 0, x \le 0; \\ \cos x, 0 < x \le \Pi/2; \\ 1, x > \Pi/2. \end{cases}$ |

*Продолжение табл. 28*

| Вариант | Задание |
|---|---|
| IV | Найти функцию распределения $F(X)$.<br>1.2 Случайная величина $X$ задана плотностью распределения $f(x) = (-3/4)x^2 + 6x - 45/4$ на интервале (3; 5); вне этого интервала $f(x) = 0$. Найти моду, математическое ожидание, дисперсию и медиану величины $X$.<br>1.3 Случайная величина $X$ задана плотностью распределения $f(x) = (1/3)x$ в интервале (0; 3), вне этого интервала $f(x) = 0$. Найти начальные и центральные моменты первого, второго, третьего и четвертого порядков.<br>1.4 Математическое ожидание и среднее квадратическое отклонение нормально распределенной случайной величины $X$ соответственно равны 20 и 5. Найти вероятность того, что в результате испытания $X$ примет значение, заключенное в интервале (15; 25) |
| V | 1.1 Задана плотность распределения $f(x)$ непрерывной случайной величины $X$<br>$\begin{cases} 0, x \le 0; \end{cases}$ |

| | |
|---|---|
| | $f(x) = \begin{cases} \sin, & 0 < x \le \Pi/2; \\ 1, & x > \Pi/2. \end{cases}$<br><br>Найти функцию распределения $F(X)$.<br>1.2 Случайная величина $X$ задана плотностью распределения $f(x) = (-3/4)x^2 + 12x - 8$ на интервале (7; 9); вне этого интервала $f(x) = 0$. Найти моду, математическое ожидание, дисперсию и медиану величины $X$.<br>1.3 Случайная величина $X$ задана плотностью распределения $f(x) = 1{,}5x$ в интервале (0; 6), вне этого интервала $f(x) = 0$. Найти начальные и центральные моменты первого, второго, третьего и четвертого порядков.<br>1.4 Производится измерение диаметра вала без систематических (одного знака) ошибок. Случайные ошибки измерения $X$ подчинены нормальному закону со средним квадратическим отклонением равным 10 мм. Найти вероятность того, что измерение будет произведено с ошибкой, не превышающей по абсолютной величине 15 мм |

Варианты контрольной работы приведены в табл. 29. Номер выполняемого варианта совпадает с порядковым номером студента в списке группы.

Таблица 29

| № | Задание 1 | Задание 2 | Задание 3 | Задание 4 | Задание 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | в, табл. 18 | 1, а), 21 | I, табл. 26 | II, табл. 27 | III, табл. 28 |
| 2 | а, табл. 16 | 1, б), 22 | II, табл. 26 | III, табл. 27 | IV, табл. 28 |
| 3 | б, табл. 17 | 1, в), 23 | III, табл. 26 | IV, табл. 27 | V, табл. 28 |
| 4 | в, табл. 18 | 2, а), 24 | IV, табл. 26 | V, табл. 27 | I, табл. 28 |
| 5 | г, табл. 19 | 2, б), 25 | V, табл. 26 | I, табл. 27 | I, табл. 28 |
| 6 | д, табл. 20 | 1, в), 23 | II, табл. 26 | II, табл. 27 | II, табл. 28 |
| 7 | а, табл. 16 | 2, а), 24 | V, табл. 26 | III, табл. 27 | IV, табл. 28 |
| 8 | б, табл. 17 | 1, а), 21 | II, табл. 26 | IV, табл. 27 | V, табл. 28 |
| 9 | в, табл. 18 | 1, б), 22 | III, табл. 26 | V, табл. 27 | V, табл. 28 |
| 10 | г, табл. 19 | 2, а), 24 | I, табл. 26 | IV, табл. 27 | II, табл. 28 |
| 11 | д, табл. 20 | 1, в), 23 | II, табл. 26 | II, табл. 27 | III, табл. 28 |
| 12 | в, табл. 18 | 2, а), 24 | III, табл. 26 | III, табл. 27 | IV, табл. 28 |
| 13 | а, табл. 16 | 2, б), 25 | I, табл. 26 | IV, табл. 27 | I, табл. 28 |
| 14 | б, табл. 17 | 1, в), 23 | II, табл. 26 | V, табл. 27 | II, табл. 28 |
| 15 | г, табл. 17 | 2, а), 24 | III, табл. 26 | I, табл. 27 | III, табл. 28 |
| 16 | д, табл. 18 | 1, а), 21 | IV, табл. 26 | III, табл. 27 | IV, табл. 28 |
| 17 | а, табл. 19 | 1, б), 22 | V, табл. 26 | II, табл. 27 | V, табл. 28 |
| 18 | в, табл. 20 | 2, б), 25 | I, табл. 26 | III, табл. 27 | IV, табл. 28 |
| 19 | г, табл. 18 | 1, в), 23 | III, табл. 26 | IV, табл. 27 | II, табл. 28 |
| 20 | д, табл. 20 | 1, а), 21 | II, табл. 26 | V, табл. 27 | III, табл. 28 |
| 21 | г, табл. 18 | 1, б), 22 | III, табл. 26 | I, табл. 27 | IV, табл. 28 |
| 22 | а, табл. 16 | 1, в), 23 | IV, табл. 26 | V, табл. 27 | V, табл. 28 |
| 23 | а, табл. 18 | 2, а), 24 | V, табл. 26 | I, табл. 27 | IV, табл. 28 |
| 24 | б, табл. 17 | 2, б), 25 | I, табл. 26 | II, табл. 27 | I, табл. 28 |
| 25 | в, табл. 20 | 1, б), 22 | V, табл. 26 | III, табл. 27 | II, табл. 28 |

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ


1 Ермаков, В.И. Общий курс высшей математики для экономистов : учебник для вузов / под ред. В.И. Ермакова. – М. : ИНФРА-М, 1999.

2 Зайцев, М.В. Прикладная математика : учебное пособие / М.В. Зайцев, А.А. Беляев. – М. : Изд-во МГУК, 1999. – Ч. 1, 2.

3 Гмурман, В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика / В.Е. Гмурман. – М. : Высшая школа, 1977.

4 Гнеденко, Б.В. Элементарное введение в теорию вероятностей : учебное пособие / Б.В. Гнеденко, А.Я. Хинчин. – М. : Наука, 1976.

5 Колемаев, В.А. Теория вероятностей и математическая статистика / В.А. Колемаев, О.В. Староверов, В.Б. Турундаевский. – М. : Высшая школа, 1991.

6 Матвеев, В.И. Курс линейного программирования для экономистов : учебное пособие / В.И. Матвеев, Р.В. Сагитов, В.Г. Шершнев. – М. : Менеджер, 1998.


Таблица 11