

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ХАРКІВСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА**

**К.А. Мамонов**

## **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

**до практичних занять  
з дисципліни**

### **«ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ»**

*(для студентів заочної форми навчання спеціальності  
6.030509 «Облік і аудит»)*

Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни “Економіко-математичне моделювання” (для студентів заочної форми навчання спеціальності 6.030509 «Облік і аудит»). Укл. Мамонов К.А. – Харків: ХНАМГ, 2009. – 35 с.

Укладач: К.А. Мамонов

Рецензент: В.В. Димченко

Рекомендовано кафедрою обліку і аудиту,  
протокол № 8 від 9.01. 09 р.

## ЗМІСТ

|  |    |
|--|----|
| ВСТУП.....   | 4  |
| ЗМІСТ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ.....   | 6  |
| Заняття 1. Концептуальні аспекти математичного моделювання економіки. Оптимізаційні економіко-математичні моделі. Задача лінійного програмування та методи її розв'язування.....   | 6  |
| Заняття 2. Теорія достовірності та аналіз лінійних моделей оптимізаційних задач. Цілочислове програмування. Нелінійні оптимізаційні моделі економічних систем. Аналіз та управління ризиком в економіці. Система показників кількісного оцінювання ступеня ризику..... | 11 |
| Заняття 2. Принципи побудови економетричних моделей. Парна лінійна регресія.....   | 15 |
| Заняття 3. Лінійні моделі множинної регресії. Узагальнені економетричні моделі. Економетричні моделі динаміки.....   | 20 |
| РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА.....  | 28 |

## ВСТУП

У сучасних економічних програмах підготовки бакалаврів з обліку і аудиту курс “Економіко-математичне моделювання” займає одно з ключових місць. Вивчення цього курсу дає ЗМОГУ засвоїти інструментарій для оцінки економічних процесів, встановлення причинно-наслідкового зв'язку між показниками, розробки прогнозу діяльності підприємства, побудувати моделі, кількісно визначити виробничо-господарські аспекти діяльності суб'єктів господарювання. Без використання методів економіко-математичного моделювання неможливо добитися успіху в таких сферах, як банківська справа, фінанси, бізнес. Особливо слід відзначити важливість економіко-математичного моделювання для фінансових менеджерів, які приймають оперативні й стратегічні рішення і є, по суті, спеціалістами з обліку і аудиту. Встановлення достовірних причинно-наслідкових зв'язків дозволяє не тільки констатувати факт наявності економічних зв'язків і зміни показників У тому чи іншому напрямку, а й розробити управлінські дії щодо негативних явищ і побудувати моделі й прогнози стратегічного розвитку підприємства.

Слід зазначити, що У практичній діяльності вітчизняних підприємств економіко-математичне моделювання не здобуло широкого використання. Тому, на нашу думку, відсутність системного підходу до використання методів економіко-математичного моделювання, недооцінка їх важливості призвели до того, що більшість вітчизняних підприємств не можуть не тільки стабілізувати свою діяльність, але й продовжують “згасати”.

**Предметом вивчення дисципліни** є методологія та інструментарій побудови і розв'язування детермінованих оптимізаційних задач.

**Метою курсу** є формування системи знань з методології та інструментарію побудови і використання різних типів економіко-математичних моделей.

У структуру курсу включено 12 тем. Основний зміст їх полягає у визначенні концептуальних аспектів математичного моделювання економіки,

оптимізаційних економіко-математичних моделей, у формуванні й вирішенні задач лінійного програмування, у визначенні аспектів цілочислового програмування і формуванні нелінійних оптимізаційних моделей економічних систем, в оцінці й управлінні ризиком в економіці, в економетричному моделюванні.

Перелік практичних занять і тем для студентів заочної форми навчання спеціальності 6.030509 «Облік і аудит» подано в табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Практичні заняття для студентів заочної форми навчання спеціальності 6.030509 «Облік і аудит»

| Зміст   | Кількість годин за спеціальностями, спеціалізаціями (шифр, аббревіатура) |
|---|--|
|   | 6.030509 ОіА   |
| 1. Концептуальні аспекти математичного моделювання економіки            | 0,25   |
| 2. Оптимізаційні економіко-математичні моделі                           | 0,25   |
| 3. Задача лінійного програмування та методи її розв'язування            | 1,5  |
| 4. Теорія достовірності та аналіз лінійних моделей оптимізаційних задач | 0,2  |
| 5. Цілочислове програмування  | 0,25   |
| 6. Нелінійні оптимізаційні моделі економічних систем                    | 0,25   |
| 7. Аналіз та управління ризиком в економіці                             | 0,15   |
| 8. Система показників кількісного оцінювання ступеня ризику             | 0,15   |
| 9. Принципи побудови економетричних моделей. Парна лінійна регресія     | 1  |
| 10. Лінійні моделі множинної регресії                                   | 1,5  |
| 11. Узагальнені економетричні моделі                                    | 0,25   |
| 12. Економетричні моделі динаміки                                       | 0,25   |
| Разом   | 6  |

## ЗМІСТ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

Заняття 1. Концептуальні аспекти математичного моделювання економіки. Оптимізаційні економіко-математичні моделі. Задача лінійного програмування і методи її розв'язування (2 год.)

### **Питання для розгляду:**

1. Що таке економіко-математичне моделювання?
2. Назвіть етапи розвитку економіко-математичного моделювання?
3. Визначте поняття «Модель», які види моделей Ви можете назвати.
4. Назвіть основні етапи моделювання?
5. Які види явищ Ви знаєте?
6. Визначте випадкову величину і її числову характеристику?
7. Назвіть і охарактеризуйте закони розподілу випадкової величини?
8. Як перевіряють статистичні гіпотези?
9. Назвіть етапи попередньої обробки інформації?
10. Охарактеризуйте оптимізаційні моделі і назвіть їх види.
11. У чому полягають задачі умовної і безумовної оптимізації.
12. Які методи використовують для вирішення задач умовної і безумовної оптимізації і в чому вони полягають.
13. У чому полягають економіко-математичні моделі оптимізації випуску продукції, розподілу фінансових ресурсів з оптимізації зростання потужностей підприємства, розподілу капітальних вкладень за проектами.
14. У чому сутність задач лінійного програмування?
15. Які особливості задач лінійного програмування Ви можете виділити?
16. Розкрийте сутність симплексного методу?
17. Розкрийте алгоритм використання симплексного методу при вирішенні задач лінійного програмування.
18. Які ще методи використовують при вирішенні задач лінійного програмування.

**1. Задача про найкраще використання ресурсів.** Нехай деяка виробнича одиниця (цех, завод, об'єднання і т. п.), виходячи з кон'юнктури ринку, технічних або технологічних можливостей і наявності ресурсів, може випускати  $n$  різних видів продукції (товарів), відомих під номерами, що позначаються індексом  $j$  ( $j = \overline{1..n}$ ). Її позначатимемо  $\Pi_j$ .

Підприємству при виробництві цих видів продукції необхідно обмежити наявними видами ресурсів, технологій, інших виробничих чинників (сировини, напівфабрикатів, робочої сили, устаткування, електроенергії і т. п.). Всі ці види обмежуючих називають інгредієнтами  $R_i$ . Нехай їх число дорівнює  $m$ ; припишемо їм індекс  $i$  ( $i = \overline{1..m}$ ). Вони обмежені, їх кількість дорівнює  $b_1, b_2, \dots, b_m$  відповідно умовних одиниць. Таким чином,  $b = (b_1; \dots; b_i; \dots; b_m)$  - вектор ресурсів.

Відома економічна вигода (міра корисності) виробництва продукції кожного вигляду, розрахована, скажімо, за відпускною ціною товару, його прибутковістю, витратами виробництва, ступенем задоволення потреб і т.п. Визначимо цю міру, наприклад, ціну реалізації  $c_j$  ( $j = \overline{1..n}$ ), тобто  $c = (c_1; c_2; \dots; c_j; \dots; c_n)$  - вектор ціни. Відомі також технологічні коефіцієнти  $a_{ij}$ , які вказують, скільки одиниць  $i$ -го ресурсу необхідно для виробництва одиниці продукції  $j$ -го виду.

Матрицю коефіцієнтів  $a_{ij}$  називають технологічною і позначають буквою  $A$ . Маємо  $A = [a_{ij}]$ . Позначимо через  $x = (x_1; \dots; x_j; \dots; x_n)$  план виробництва, що показує, які види товарів  $\Pi_1, \dots, \Pi_j, \dots, \Pi_n$  потрібно виробляти і в яких кількостях, щоб забезпечити підприємству максимум обсягу реалізації при наявних ресурсах.

Оскільки  $c_j$  - ціна реалізації одиниці  $j$ -ї продукції, ціна  $x_j$  реалізованих одиниць дорівнюватиме  $x_j c_j$ , а загальний обсяг реалізації  $Z = c_1 x_1 + \dots + c_n x_n$ .

Це співвідношення - цільова функція, яку потрібно максимізувати.

Оскільки  $a_{ij}x_j$  - витрати  $i$ -го ресурсу на виробництво  $x_j$  одиниць  $j$ -ї продукції, то, підсумувавши витрату  $i$ -го ресурсу на випуск усіх  $n$  видів продукції, отримаємо загальну витрату цього ресурсу, який не повинен перевищувати  $b_i$  ( $i = \overline{1..m}$ ) одиниць:

$$a_{i1}x_1 + \dots + a_{ij}x_j + \dots + a_{in}x_n \leq b_i. \quad (1.1)$$

Щоб план  $x = (x_1; x_2; \dots; x_j; \dots; x_n)$  був реалізований, разом з обмеженнями на ресурси потрібно накласти умову позитивності на обсягу  $x_j$  випуску продукції:

$$x_j \geq 0 \quad (j = \overline{1..n}). \quad (1.2)$$

Таким чином, модель задачі про найкраще використання ресурсів має вигляд:

$$\max Z = \sum_{j=1}^n c_j x_j \quad (1.3)$$

при обмеженнях:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i \quad (i = \overline{1..m}) \quad (1.4)$$

$$x_j \geq 0 \quad (j = \overline{1..n}) \quad (1.5)$$

Оскільки змінні  $x_j$  входять у функцію  $z(x)$  і систему обмежень тільки в першому ступені, а показники  $a_{ij}, b_i, c_j$  є постійними в плановий період, то співвідношення (1.3)-(1.5) - задача лінійного програмування.

**2. Задача на визначення оптимального плану виробництва або реалізації продукції при забезпеченні максимального результату.** Фірма - булочно-кондитерський комбінат (БКК) випускає види продукції, перераховані в табл. 1.2

Таблиця 1.2 – Види продукції

| Номер продукції $j$    | 1     | 2        | 3        | 4       | 5      |
|------------------------|-------|----------|----------|---------|--------|
| Найменування продукції | булки | тістечка | ватрушки | коржики | слойки |



Для випуску цих видів продукції необхідні ресурси, які подані в табл. 1.3, де також вказана кількість кожного виду ресурсу, що є на складі БКК.

Таблиця 1.3 – Види і кількість ресурсу для випуску продукції

| Номер ресурсу $i$    | 1      | 2     | 3     | 4     | 5       |
|----------------------|--------|-------|-------|-------|---------|
| Найменування ресурсу | мука   | цукор | масло | сир   | яйця    |
| Кількість ресурсу    | 200 кг | 50кг  | 50 кг | 50 кг | 500 шт. |

У табл. 1.4 наведена рецептура, тобто необхідна кількість кожного виду ресурсу для вироблення кожного виду продукції.

Таблиця 1.4 – Кількість кожного виду ресурсу для вироблення кожного виду продукції

| Продукція $j$ | 1     | 2        | 3        | 4      | 5      |
|---------------|-------|----------|----------|--------|--------|
| Ресурси $i$   | Булка | Тістечка | Ватрушка | Коржик | Слойка |
| 1 Борошно, кг | 0,1   | 0,04     | 0,08     | 0,06   | 0,05   |
| 2 Цукор, кг   | 0,01  | 0,05     | 0,02     | 0,04   | 0,03   |
| 3 Масло, кг   | 0     | 0,05     | 0,01     | 0,02   | 0,02   |
| 4 Сир, кг     | 0     | 0        | 0,05     | 0,02   | 0,03   |
| 5 Яйця, шт.   | 0,1   | 0,2      | 0,2      | 0,2    | 0,3    |

У табл. 1.5 наведена відпускна ціна на одиницю кожного виду продукції.

Таблиця 1.5 – Відпускна ціна на одиницю кожного виду продукції

| Вид продукції $j$                            | 1     | 2        | 3        | 4      | 5      |
|--|-------|----------|----------|--------|--------|
|  | Булка | Тістечка | Ватрушка | Коржик | Слойка |
| Відпускна ціна на од. продукції $C_j$ , грн. | 0,84  | 3,2      | 1,6      | 1,5    | 2,1    |

Фірмі треба визначити такий оптимальний план випуску кожного виду продукції: чого і в якій кількості приготувати, щоб при наявних в БКК ресурсах отримати максимальний дохід від реалізації, тобто максимізувати наступну цільову функцію:





3. За якими напрямками відбувається аналіз лінійних моделей оптимізаційних задач.
4. Охарактеризуйте область допустимих рішень і критерій оптимальності.
5. У чому полягає інтепретація економічних результатів, отриманих на основі лінійних оптимізаційних моделей.
6. Охарактеризуйте сутність цілочислового програмування.
7. Розкрийте напрями формулювання і вирішення задач цілочислового програмування.
8. Які методи використовуються при вирішенні задач цілочислового лінійного програмування. Охарактеризуйте їх.
9. Наведіть алгоритм вирішення задач цілочислового програмування.
10. У чому полягає метод Гомори, і наведіть алгоритм вирішення задач цілочислового програмування цим методом.
11. В чому полягає метод віток і меж і представте алгоритм вирішення задач цілочислового програмування цим методом.
12. Назвіть і охарактеризуйте основні поняття, які пов'язані з нелінійними зв'язками в економічних системах.
13. Визначте поняття нелінійного програмування і сутність вирішення задач нелінійного програмування.
14. Охарактеризуйте графічний метод вирішення задач нелінійного програмування при формуванні нелінійних оптимізаційних моделей.
15. Охарактеризуйте метод Лагранжа вирішення задач нелінійного програмування при формуванні нелінійних оптимізаційних моделей.
16. Назвіть типи невизначеності в задачах ухвалення управлінських рішень.
17. Визначте категорію «ризик» в аспекті розвитку сучасних економічних відносин.
18. Охарактеризуйте аспекти управління ризиком.
19. Назвіть і охарактеризуйте етапи управління ризиком.

20. Назвіть основні напрями аналізу при здійсненні управління ризиком.
21. У чому полягає кількісна оцінка ризику.
22. Які показники використовують для кількісної оцінки ризику.
23. Охарактеризуйте систему кількісних оцінок ризику в абсолютному вираженні.
24. Охарактеризуйте систему показників визначення ризику у відносному вираженні.
25. Визначте напрями оцінки допустимого і критичного ризику.
26. Охарактеризуйте напрями оцінки ризику ліквідності.

**1. Задача на цілочислове програмування.** Знайти оптимальний цілочисловий план задачі  $Z(X) = x_1 - 3x_2 + 5x_3 + 2x_4 - \max$  за умови:

$$x_1 + x_2 + x_3 = 15$$

$$2x_1 + 3x_3 + x_4 = 8$$

$$x_j > 0, \quad x_j - \text{цілі числа, } j = 1, 2, 3, 4.$$

Вирішення. Покрокове вирішення задачі наведено в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Покрокове вирішення задачі

| Шаг | Б          | $C_6$ | $A_0$   | $A_1$  | $A_2$ | $A_3$ | $A_4$  |       |
|-----|------------|-------|---------|--------|-------|-------|--------|-------|
| 0   | $A_2$      | -3    | 15      | 1      | 1     | 1     | 0      |       |
|     | $A_4$      | 2     | 8       | 2      | 0     | 3     | 1      |       |
|     | $\Delta_j$ |       | -29     | 0      | 0     | -2    | 0      | $A_5$ |
| 1   | $A_2$      | -3    | $37/3$  | $1/3$  | 1     | 0     | $-1/3$ | 0     |
|     | $A_3$      | 5     | $8/3$   | $2/3$  | 0     | 1     | $1/3$  | 0     |
|     | $\Delta_j$ |       | $-71/3$ | $4/3$  | 0     | 0     | $2/3$  | 0     |
|     | $A_5$      | 0     | $-2/3$  | $-2/3$ | 0     | 0     | $-1/3$ | 1     |

| Шаг | Б          | $C_6$ | $A_0$ | $A_1$ | $A_2$ | $A_3$ | $A_4$ | $A_5$ |
|-----|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 2   | $A_2$      | -3    | 13    | 1     | 1     | 0     | 0     | -1    |
|     | $A_3$      | 5     | 2     | 0     | 0     | 1     | 0     | 1     |
|     | $A_4$      | 2     | 2     | 2     | 0     | 0     | 1     | -3    |
|     | $\Delta_j$ |       | -25   | 0     | 0     | 0     | 0     | 2     |

Оптимальний план задачі без умови цілочисельності.

$X = (0, 37/3, 8/3, 0)$ - для подальшого вирішення задачі до таблиці оптимального плану додана умова  $-2/3x_1 - 1/3x_4 \leq -2/3$ .

Номер індексу  $\gamma$  вибраний за умови більшої дробової частини компоненти  $a_{i0}$ . Маємо  $\gamma = 2; j = 0: [8/3] = 2, \quad 2 - 8/3 = -2/3; j=1: [2/3] = 0, \quad 0 - 2/3 = -2/3; j = 2: [0] = 0, 0 - 0 = 0; j = 3: [0] = 0, 0 - 0 = 0; j = 4: [1/3] = 0, 0 - 1/3 = -1/3.$

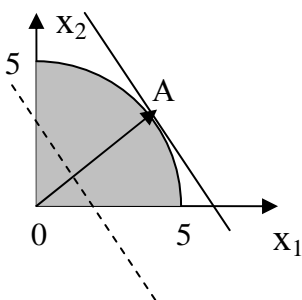
Зробивши один крок (в загальному випадку для отримання цілочисельного рішення однієї ітерації, звичайно, недостатньо) методу послідовного уточнення оцінок, отримали оптимальний план цілочисельної задачі  $X^* = (0, 13, 2, 2)$

Трудомісткість вирішення цілочисельної задачі обумовлена введенням нових додаткових обмежень і нових змінних. У зв'язку з цим треба дотримуватися наступного правила, що дозволяє за відповідних умов скорочувати поточні таблиці. Додаткова змінна  $x_{p+1}$  вводиться у процесі вирішення з додатковим обмеженням як базова змінна чергового псевдоплану і відразу, на цій же ітерації, переводиться в число небазових компонент. Якщо на подальших ітераціях, згідно з правилом перетворення таблиці, змінна  $x_{p+1}$  знову виявиться базовою, її значення стане неістотним для основних змінних задачі, так що рядок і стовпець поточної таблиці, який відповідає  $x_{p+1}$ , викреслюють. Правило скорочення таблиць обмежує їх розміри: не більше  $n$  рядків і не більше  $(2n-m)$  стовпців.

Цей алгоритм цілочисельного програмування зводиться до методу послідовного уточнення оцінок з додатковими правилами розширення і скорочення поточної таблиці вирішення задачі.

**2. Задача нелінійного програмування.** Знайти екстремуми функції  $L(x_1, x_2) = x_1 + 2x_2$  при обмеженнях

$$x_1^2 + x_2^2 \leq 25, \quad x_1, x_2 \geq 0.$$



Вирішення

Область допустимого вирішення – це частина кола з радіусом 5, яка розташована в I чверті. Знайдемо лінії рівня функції  $L: x_1 + 2x_2 = C$ . Виразимо  $x_2 = \frac{C}{2} - \frac{x_1}{2}$ . Лініями

рівня будуть паралельні прямі з кутовим коефіцієнтом, який дорівнює  $-\frac{1}{2}$ .

Мінімум функції досягається в точці  $(0;0)$ ,  $L_{min}=0$ , оскільки градієнт  $\bar{g}(1,2)$  спрямовано вверх управо. Максимум досягається в точці дотику кривої  $x_2 = \sqrt{25 - x_1^2}$  і лінії рівня. Оскільки кутовий коефіцієнт дотику до графіка функції дорівнює  $-\frac{1}{2}$ , знайдемо координати точки дотику, використовуючи геометричне значення похідної:

$$x_2'(x_0) = -\frac{1}{2}; (\sqrt{25 - x_1^2})' = -\frac{1}{2};$$

$$\frac{-2x_0}{2\sqrt{25 - x_0^2}} = -\frac{1}{2}; \Rightarrow x_0 = \sqrt{5}; x_2 = 2\sqrt{5}.$$

$$\text{Тоді } L = \sqrt{5} + 2 \cdot 2\sqrt{5} = 5\sqrt{5}.$$

*Відповідь:* Мінімум досягається в точці  $O(0;0)$ , глобальний максимум, дорівнює  $5\sqrt{5}$ , в точці  $A(\sqrt{5}; 2\sqrt{5})$ .

**Література:** 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 18, 21, 23, 26, 29, 30, 31, 32, 41, 42, 43, 48, 49, 51, 52, 55, 56, 57, 58, 60, 61, 62, 63, 66, 68, 69, 71, 75, 76, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 91.

Заняття 2. Принципи побудови економетричних моделей. Парна лінійна регресія. (1 год.)

**Питання для розгляду:**

1. Назвіть основні принципи при побудові економетричних моделей?
2. Охарактеризуйте основні критерії оцінки адекватності економетричних моделей?
3. Що таке мультиколінеарність? Назвіть причини її виникнення.
4. У чому полягає парний регресійний аналіз?

Приклад задачі на використання методів економетричного моделювання, що складається із 21 кроків і займає 3 години практичних занять (заняття 2 – 1 год. і заняття 3 – 2 год.). Всі наведені кроки виконані на базі методичних

розробок проф. Долі В.Т., які наведені в методичному посібникові з вивчення дисципліни «Економетрія» (для студентів за напрямами підготовки 0501 “Економіка”, 0592 “Менеджмент”).

**Крок 1. Постановка задачі** включає: а) вибір змінних і їх операційних характеристик (у прикладі – Р, Ф, К) для складання рівняння регресії щодо варіанта завдання; б) теоретичне обґрунтування наявності й математичної форми кореляційної залежності прибутковості (або рівняння витрат) від обох факторів.

**Крок 2. Матриця статистики** складається щодо варіанта завдання за даними 15 підприємств (див. «Методичні вказівки до виконання контрольної роботи» - табл. 1.1). Наприклад, для варіанта на практичні заняття вона має вигляд (табл. 3.1):

Таблиця 3.1 – Матриця статистики

| № підприємства | Р, коп./грн. | Ф, тис. грн./чол. | К, % |
|----------------|--------------|-------------------|------|
| 1              |              |                   |      |
| 2              |              |                   |      |
| ...            |              |                   |      |
| 15             |              |                   |      |

Матриця статистики характеризується:

- мірністю, тобто кількістю змінних (m+1);
- обсягом вибірки, тобто кількістю об'єктів спостереження (n);
- обсягом матриці (m+1)n.

**Крок 3. Показники варіації змінних** розраховують за формулами (наприклад, для змінної Р):

- середня арифметична

$$\bar{P} = \frac{1}{15} \sum_{i=1}^{15} P_i \quad (3.1)$$

- абсолютний розмах варіації

$$R_p = P_{\max} - P_{\min} \quad (3.2)$$

- відносний розмах варіації

$$i_p = P_{\max} / P_{\min} \quad (3.3)$$



- дисперсія (середній квадрат відхилення)

$$D_p = \overline{P^2} - \overline{P}^2 \quad (3.4)$$

- середнє квадратичне відхилення

$$\sigma_p = \sqrt{D_p} \quad (3.5)$$

- коефіцієнт варіації

$$v_p = \sigma_p / \overline{P}. \quad (3.6)$$

Розрахунок показників варіації змінних рекомендується внести до табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Розрахунок показників варіації змінних (для варіанта  $P=f(\Phi, K)$ )

|                                | <b>P</b>         | <b>Φ</b>            | <b>K</b>         | <b>P<sup>2</sup></b> | <b>Φ<sup>2</sup></b> | <b>K<sup>2</sup></b> |
|--------------------------------|------------------|---------------------|------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| 1                              |                  |                     |                  |                      |                      |                      |
| 2                              |                  |                     |                  |                      |                      |                      |
| ...                            |                  |                     |                  |                      |                      |                      |
| 15                             |                  |                     |                  |                      |                      |                      |
| Сума                           | $\Sigma P$       | $\Sigma \Phi$       | $\Sigma K$       | $\Sigma P^2$         | $\Sigma \Phi^2$      | $\Sigma K^2$         |
| Середнє                        | $\overline{P}$   | $\overline{\Phi}$   | $\overline{K}$   | $\overline{P^2}$     | $\overline{\Phi^2}$  | $\overline{K^2}$     |
| Абсолютний розмах варіації     | $R_P$            | $R_\Phi$            | $R_K$            |                      |                      |                      |
| Відносний розмах варіації      | $i_P$            | $i_\Phi$            | $i_K$            |                      |                      |                      |
| Квадрат середнього             | $\overline{P}^2$ | $\overline{\Phi}^2$ | $\overline{K}^2$ |                      |                      |                      |
| Дисперсія                      | $D_P$            | $D_\Phi$            | $D_K$            |                      |                      |                      |
| Середнє квадратичне відхилення | $\sigma_P$       | $\sigma_\Phi$       | $\sigma_K$       |                      |                      |                      |
| Коефіцієнт варіації            | $v_P$            | $v_\Phi$            | $v_K$            |                      |                      |                      |

**Крок 4. Поля кореляції** (графічні зображення залежності) будуються за матрицею статистики (табл. 3.1) на міліметровому папері формату А4. Масштаб зображення за осями координат вибирають таким, щоб поле кореляції виглядало "стоячим", якщо  $i_p > i_{X_i}$  (рис. 3.1,а), "лежачим", якщо  $i_p < i_{X_i}$  (рис. 3.1,б) або квадратним, якщо  $i_p \approx i_{X_i}$  (рис.3.1, в).

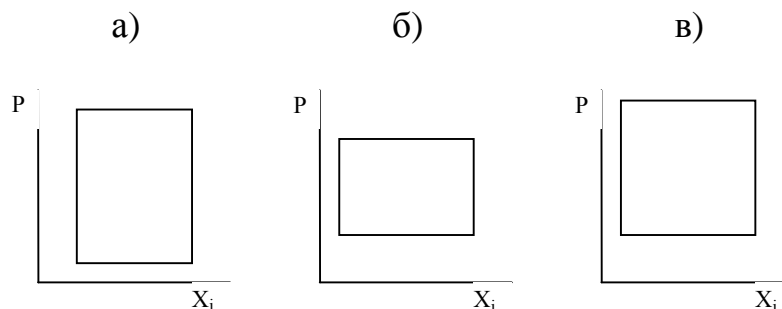


Рис. 3.1 – Типи полів кореляції

Розмітка координаційної сітки диктується мінімальними і максимальними значеннями змінних, тому площина полів повинна використовуватися повністю. На "міліметрівці" повинно залишатися вільне місце з усіх боків, бо до полів кореляції треба звертатися багаторазово для виконання на них розрахункових операцій і графічних побудов (кроки 5, 8, 9, 19, 23).

Аналіз полів кореляції проводиться з метою визначення за графічними критеріями:

- наявності кореляційних залежностей;
- напрямку й математичної форми залежностей;
- кількісної однорідності об'єктів спостереження, зокрема, наявності аномальних об'єктів.

**Крок 5. Аномальні об'єкти спостережень**, тобто об'єкти, що "випадають" із вибіркової сукупності на полях кореляції, визначаються так:

1) на поле кореляції накладають прямокутний шаблон двовірного розсіювання з центром у точці  $\bar{P}, \bar{X}_i$  й напівсторонами  $t\sigma_p$  і  $t\sigma_{x_i}$  (рис. 3.2). Коефіцієнт довіри  $t$  беруть за таблицею t-розподілу Ст'юдента залежно від кількості об'єктів спостереження і бажаної імовірності. За умови, що  $n=15$  і  $P=0,95$ ,  $t=1,76$ .

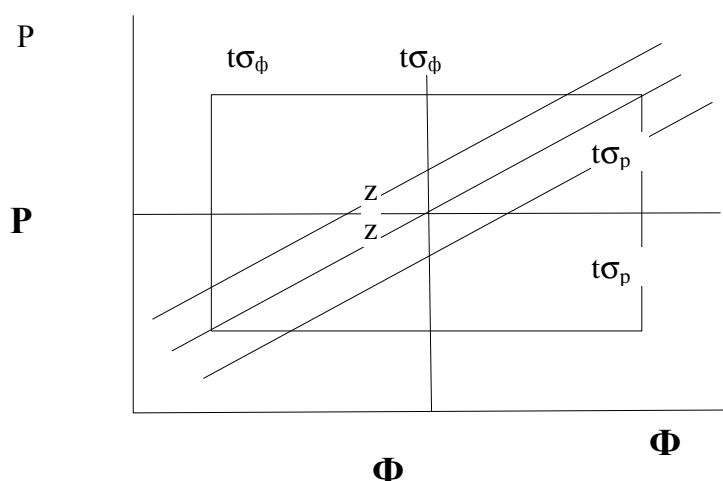


Рис. 3.2 – Шаблиони для виявлення аномальних об'єктів спостереження

Об'єкти спостереження, що знаходяться на полі кореляції за межами прямокутного шаблону двомірного розсіювання, вважаються аномальними 1-го роду;

2) на поле кореляції наноситься "коридор регресії". Його вісь – це діагональ прямокутного шаблону розсіювання, навколо якої розташовані точки поля кореляції (додатна або від'ємна), а напівширина – це величина, що визначається залежно від бажаної імовірності й щільності полів кореляції за формулою

$$z = tq\sigma_p, \quad (3.7)$$

де  $t$  – коефіцієнт довіри за таблицею нормального розподілу (якщо  $P=0,95$ , то  $t=1,96$ );  $q$  – коефіцієнт щільності поля кореляції, який приймається за шкалою:

|                           |      |
|---------------------------|------|
| дуже щільне .....         | 0,53 |
| щільне .....              | 0,72 |
| середньої щільності ..... | 0,80 |
| "пухке" .....             | 0,87 |
| дуже "пухке" .....        | 0,92 |

Об'єкти спостереження, що знаходяться за межами "коридору регресії", вважаються аномальними 2-го роду (див. рис. 3.2).

**Крок 6.** Для прийняття рішень щодо аномальних об'єктів спостереження складають зведення аномальних об'єктів (табл. 1.10).

Таблиця 3.3 – Зведення аномальних об'єктів спостереження

| № аномальних об'єктів | 1-го роду |   | 2-го роду |   | Рішення               |
|-----------------------|-----------|---|-----------|---|-----------------------|
|                       | Ф         | К | Ф         | К |                       |
| 5                     | –         | + | –         | – | залишається в матриці |
| 13                    | +         | + | –         | + | вилучається з матриці |

У табл. 3.3 вносять всі аномальні об'єкти, виявлені на полях кореляції  $P \leftarrow \Phi$  і  $P \leftarrow K$  за критеріями випадань за межі прямокутника двомірного розсіювання (1-й рід) й "коридору регресії" (2-й рід). Рішення приймають за більшості знаків "+" (випадання) або "-" (невипадання). Якщо кількість знаків

"+" і "-" однакова, рішення приймають з урахуванням більшої значущості випадань 2-го роду.

**Крок 7.** Вилучення з матриці аномальних об'єктів викликає необхідність *коригування показників варіації змінних* (див. крок 3). Для цього з табл. 3.2 вилучаються відповідні рядки і перераховуються всі показники, починаючи з рядка "сума".

*Література: 17, 18, 19, 20, 22, 28, 34, 35, 36, 44, 45, 46, 50, 59.*

Заняття 3. Лінійні моделі множинної регресії. Узагальнені економетричні моделі. Економетричні моделі динаміки (2 год.)

**Питання для розгляду:**

1. У чому полягає кількісний регресійний аналіз? Який вигляд має кількісна регресійна модель?
2. Охарактеризуйте етапи побудови багатофакторної економетричної моделі?
3. Охарактеризуйте t-критерій Ст'юдента і F-критерій Фішера для оцінки адекватності багатофакторної економетричної моделі.
4. Охарактеризуйте тест Дарбіна-Уотсона для оцінки адекватності багатофакторної економетричної моделі.
5. Проінтерпретуйте отримані результати на основі розробленої багатофакторної економетричної моделі.
6. Охарактеризуйте узагальнені економетричні моделі.
7. Назвіть види узагальнених економетричних моделей, охарактеризуйте їх.
8. Назвіть основні поняття, визначте сутність динамічних процесів в економіці.
9. Що таке часовий ряд, назвіть напрями його оцінки.
10. Що таке авто регресія, як будують авторегресійні моделі.
11. Назвіть статистичні критерії оцінки автокорельованості залишків, як вони визначаються.

**Крок 8.** Для *розрахунку коефіцієнтів кореляції* необхідно попередньо виконати розрахунок середніх добуток змінних (табл. 3.4),

Таблиця 3.4 – Розрахунок середніх добуток змінних

| <b>j</b>         | <b>РФ</b>       | <b>РК</b>       | <b>ФК</b>       |
|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 1                |                 |                 |                 |
| 2                |                 |                 |                 |
| ...              |                 |                 |                 |
| 15               |                 |                 |                 |
| Сума             | $\Sigma RF$     | $\Sigma RK$     | $\Sigma FK$     |
| Середній добуток | $\overline{RF}$ | $\overline{RK}$ | $\overline{FK}$ |

після чого виконати розрахунок коефіцієнтів кореляції за формулами

$$\left. \begin{aligned} r_{рф} &= (\overline{РФ} - \overline{P} \cdot \overline{Ф}) / \sigma_p \sigma_{ф} \\ r_{рк} &= (\overline{РК} - \overline{P} \cdot \overline{К}) / \sigma_p \sigma_k \\ r_{фк} &= (\overline{ФК} - \overline{Ф} \cdot \overline{К}) / \sigma_{ф} \sigma_k \end{aligned} \right\} \quad (3.8)$$

Коефіцієнти кореляції показують напрямок і силу впливу факторів на рентабельність ("+" – додатний, "-" – від'ємний). Слід мати на увазі, що  $-1 \leq r_{рх_i} \leq +1$ .

**Крок 9.** Наявність і сила *мультиколінеарності факторів*, тобто взаємозв'язку між ними оцінюється за повною матрицею коефіцієнтів кореляції:

$$\begin{matrix} & (\Phi) & (K) & (P) \\ \begin{matrix} (\Phi) \\ (K) \\ (P) \end{matrix} & \begin{bmatrix} 1 & r_{фк} & r_{рф} \\ r_{кф} & 1 & r_{рк} \\ r_{рф} & r_{рк} & 1 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

за наступною шкалою оцінок (за модулями коефіцієнтів кореляції для загального випадку  $y = f(X_1, X_2)$ ):

- $r_{12} = 0$  – відсутня,
- $0 < r_{12} < r_{yx_i \min}$  – слабка,
- $r_{yx_i \min} < r_{12} < r_{yx_i \max}$  – помірна,
- $r_{yx_i \max} < r_{12} < 1$  – сильна,
- $r_{12} = 1$  – абсолютна, з двох факторів один є зайвим.

**Крок 10.**  $\beta$ -коєфіцієнти, які також визначають напрямок і силу впливу факторів на рентабельність з урахуванням мультиколінеарності, розраховуються за формулою

$$\beta_i = \Delta_i / \Delta_0, \quad (3.9)$$

де  $\Delta_i$  – визначник (детермінант) матриці взаємної кореляції (мультиколінеарності) із заміною в ній  $i$ -го стовпця стовпцем коєфіцієнтів кореляції  $r_{px_i}$ .

$$\beta_\phi = \frac{\begin{vmatrix} r_{р\phi} & r_{\phi\kappa} \\ r_{р\kappa} & 1 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 1 & r_{\phi\kappa} \\ r_{\kappa\phi} & 1 \end{vmatrix}}. \quad (3.10)$$

**Крок 11.** Розрахунок *коєфіцієнта множинної кореляції* необхідний для визначення сили впливу на рентабельність обох факторів разом, його розраховують за формулою Боярського:

$$R_{р.\phi\kappa} = \sqrt{\frac{-1^\alpha \Delta_*}{\Delta_0}}, \quad (3.11)$$

де  $\alpha$  – порядок повної матриці коєфіцієнтів кореляції;  $\Delta_*$  – визначник повної матриці коєфіцієнтів кореляції із заміною нижнього правого елемента нулем.

У нашому прикладі формула Боярського має вигляд

$$R_{р.\phi\kappa} = \sqrt{\frac{\begin{vmatrix} 1 & r_{\phi\kappa} & r_{р\phi} \\ -1^3 r_{\kappa\phi} & 1 & r_{р\kappa} \\ r_{р\phi} & r_{р\kappa} & 0 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 1 & r_{\phi\kappa} \\ r_{\kappa\phi} & 1 \end{vmatrix}}}.$$

З метою контролю правильності розрахунків рекомендується цей коєфіцієнт також визначати за формулою

$$R_{р.\phi\kappa} = \sqrt{r_{р\phi}\beta_\phi + r_{р\kappa}\beta_\kappa}. \quad (3.12)$$

Значення коєфіцієнта повинні співпадати, розбіжність можлива лише в кілька тисячних або десятитисячних за рахунок округлення в розрахунках.

**Крок 12. Оцінка сили впливу факторів** на рентабельність за допомогою U-критерія Фішера з імовірністю 0,95:

$$U_i \geq 1,96,$$

де  $U_i$  – розрахункове значення U, що визначається за формулою

$$U_i = \sqrt{n} \cdot \lg \frac{1 + |r_{px_i}|}{1 - |r_{px_i}|}. \quad (3.13)$$

Якщо  $U_i \geq 1,96$ , сила впливу  $X_i$  на Р з імовірністю 0,95 визнається достатньою для подальшої участі  $X_i$  у процесі моделювання.

**Крок 13. Оцінка незалежності (автономності) впливу факторів** на рентабельність визначається за допомогою  $\gamma$ -критерія

$$0 < \gamma_i < 1,$$

де  $\gamma_i$  – рівень автономності, що розраховується за формулою

$$\gamma_i = \beta_i / r_{px_i}. \quad (3.14)$$

Якщо  $\gamma_i > 0$ , фактор  $X_i$  має певну автономність впливу на рентабельність;  $\gamma_i = 0$  – ніякої автономності він не має і його вплив на рентабельність через мультиколінеарність проявляється завдяки іншим факторам;  $\gamma_i < 0$  – у такому випадку і-й фактор вилучається з подальшого процесу розробки рівняння регресії.

**Крок 14. Значущість впливу факторів** на рентабельність оцінюється на основі коефіцієнтів множинної кореляції за  $\rho$ -критерієм

$$\rho \geq 1,96,$$

де

$$\rho_i = 0,742\sqrt{n} \sqrt{R_{p.x_1x_2}^2 - r_{px_i}^2} \quad (i, j=1,2; i \neq j) \quad (3.15)$$

У нашому прикладі формула (3.15) для визначення  $\rho_\phi$  і  $\rho_\kappa$  набуває такого вигляду:

$$\rho_\phi = 0,742\sqrt{n} \sqrt{R_{p.\phi\kappa}^2 - r_{p\kappa}^2};$$

$$\rho_\kappa = 0,742\sqrt{n} \sqrt{R_{p.\phi\kappa}^2 - r_{p\phi}^2}.$$

Якщо  $\rho_i \geq 1,96$ , то з імовірністю 0,95 можна стверджувати, що вплив фактора  $X_i$  достатньо значущий, вагомий для включення його в рівняння регресії.

**Крок 15.** Для *прийняття рішення щодо включення факторів у рівняння регресії* складають зведення результатів, одержаних на кроках 12, 13, 14 (табл. 3.5).

Таблиця 3.5 – Зведення оцінок сили, автономності й значущості впливу факторів

| Фактори | $U_i$<br>$U_i \geq 1,96$ | $\gamma_i$<br>$0 < \gamma_i < 1$ | $\rho_i$<br>$\rho_i \geq 1,96$ | Рішення |
|---------|--------------------------|----------------------------------|--------------------------------|---------|
| Ф       |                          |                                  |                                |         |
| К       |                          |                                  |                                |         |

Поради щодо прийняття рішень такі:

- якщо  $\gamma_i < 0$ ,  $X_i$  вилучається з матриці (див. крок 13);
- значення  $U_i$  і  $\rho_i$  дуже залежать від обсягу вибірки (див. формули (3.13) і (3.15)), тому рішення приймають з огляду на порушення вимоги  $n/(m+1) \geq 8$ . Отже якщо критерії  $U_i$  і  $\rho_i$  виконуються не в повній мірі, обидва фактори треба включати до рівняння регресії.

**Крок 16.** Для *обґрунтування математичної форми рівняння регресії* необхідно скористатися раніше сформульованими щодо цього висновками з теоретичного обґрунтування (див. крок 1), а також з візуального аналізу полів кореляції (див. крок 4). Ці джерела вибору математичної форми рівняння регресії (пряма, гіпербола, парабола тощо) достатньо надійні й ними можна обмежитися. Нарешті, не буде великої помилки, якщо форма регресії буде прийнята лінійною і модель рівняння регресії матиме такий вигляд (для нашого прикладу):

$$\hat{P} = a_0 + a_1\Phi + a_2K, \quad (3.16)$$

де  $a_0, a_1, a_2$  – коефіцієнти регресії. Коефіцієнт  $a_0$  показує частину  $P$ , що не залежить від факторів  $\Phi$  і  $K$ ;  $a_1$  визначає, на скільки копійок змінюється  $P$  за



рахунок зміни  $\Phi$  на одну тисячу гривень;  $a_2$  визначає зміну  $P$  в копійках при зміні  $K$  на один відсоток.

**Крок 17.** Для розрахунку коефіцієнтів регресії  $a_0, a_1$  і  $a_2$  методом найменших квадратів слід скласти систему нормальних рівнянь і вирішити її. У нашому прикладі в разі вибору лінійної форми регресії ця система така:

$$\left. \begin{aligned} \sum P &= n \cdot a_0 + a_1 \sum \Phi + a_2 \sum K \\ \sum P\Phi &= a_0 \sum \Phi + a_1 \sum \Phi^2 + a_2 \sum K\Phi \\ \sum PK &= a_0 \sum K + a_1 \sum \Phi K + a_2 \sum K^2 \end{aligned} \right\}. \quad (3.17)$$

Для контролю правильності розрахунків коефіцієнтів регресії рекомендується варіант розрахунку їх через  $\beta$ -коефіцієнти, а саме

$$a_i = \beta_i \frac{\sigma_P}{\sigma_{X_i}}, \quad a_0 = \bar{P} - \sum a_i \bar{X}_i. \quad (3.18)$$

Ця перевірка можлива за умови, що обидва фактори включені до рівняння регресії. Отже, модель рівняння регресії (3.16) набуде конкретного вигляду.

**Крок 18.** Розрахунок оцінок рентабельності за рівнянням регресії необхідний, по-перше, для контролю правильності розрахунку коефіцієнтів регресії і, по-друге, для визначення помилок апроксимації. Розрахунки доцільно ввести до табл. 3.6.

Таблиця 3.6 – Розрахунок оцінок рентабельності

| № підприємства | $P_j$      | Розрахунок оцінок |           |        |                  | Помилка апроксимації<br>$P_j - \hat{P}_j$ | Те саме, % |
|----------------|------------|-------------------|-----------|--------|------------------|---|------------|
|                |            | $a_0$             | $a_1\Phi$ | $a_2K$ | $\hat{P}_j$      |   |            |
| 1              |            |                   |           |        |                  |   |            |
| 2              |            |                   |           |        |                  |   |            |
| Всього         | $\sum P_j$ | X                 | X         | X      | $\sum \hat{P}_j$ | 0   | X          |

Необхідною (хоча і не достатньою) умовою правильності розрахунку коефіцієнтів регресії є

$$\sum P_j = \sum \hat{P}_j.$$

**Крок 19.** Розрахунок кореляційного відношення проводять за формулою

$$\eta = \sqrt{D_{\hat{P}} / D_P}, \quad (3.19)$$

де  $D_{\hat{P}}$  – дисперсія оцінок рентабельності, визначених у табл. 3.6, яка розраховується так само, як і дисперсія фактичних значень, за формулою (3.4), тобто в даному разі

$$D_{\hat{P}} = \overline{\hat{P}^2} - \bar{P}^2.$$

Слід пам'ятати, що оскільки  $\sum \hat{P}_j = \sum P_j$ , то  $\overline{\hat{P}_j} = \bar{P}_j$ . Для визначення середнього квадрата оцінок рентабельності треба скласти табл. 3.7.

Таблиця 3.7 – Розрахунок середнього квадрата оцінок рентабельності

| № підприємства | $\hat{P}_j$ | $\hat{P}_j^2$            |
|----------------|-------------|--------------------------|
| 1              |             |                          |
| 2              |             |                          |
| Сума           | $\sum P_j$  | $\sum \hat{P}_j^2$       |
| Середнє        | $\bar{P}_j$ | $\overline{\hat{P}_j^2}$ |

Величину дисперсії  $D_P$  беруть за таблицею кроку 7.

Для контролю правильності визначення  $\eta$  слід керуватися наступним:

1) якщо обидва фактори залишилися у рівнянні регресії, то (див. крок 11)

$$\eta = R_{p,фк};$$

2) якщо до рівняння регресії введено тільки один (і-й) фактор, то  $\eta = r_{px_i}$ .

**Крок 20. Розрахунок помилки апроксимації** включає:

- визначення середньої помилки апроксимації за формулою

$$\bar{\varepsilon} = \sigma_p \sqrt{1 - \eta^2}; \quad (3.20)$$

- визначення граничної помилки апроксимації з певною імовірністю її неперевикнення. Якщо прийнятна імовірність 0,95, то гранична помилка така:

$$\Delta_p = 1,96 \cdot \bar{\varepsilon}. \quad (3.21)$$

Гранична помилка апроксимації є довірчою границею визначення  $P$  за рівнянням регресії ( $P=0,95$ )

$$\hat{P} - \Delta_p \leq P \leq \hat{P} + \Delta_p.$$

Бажано перевірити виконання цієї умови за даними табл. 3.7.

**Крок 21. Економічна інтерпретація рівняння регресії** повинна включати:

- 1) операційні характеристики змінних (у нашому прикладі  $P$ ,  $\Phi$  і  $K$  – див. крок 1);
- 2) розкриття змісту й одиниці виміру коефіцієнтів регресії  $a_0$ ,  $a_1$  і  $a_2$  - див. крок 16);
- 3) те саме довірчої границі помилки апроксимації;
- 4) оцінку якості отриманого рівняння регресії, у нашому прикладі

$$P = a_0 + a_1\Phi + a_2K \pm \Delta_p \quad (P=0,95).$$

У висновках бажано вказати, для яких цілей можна використовувати отримане рівняння регресії рентабельності.

**Література: 17, 18, 19, 20, 22, 28, 34, 35, 36, 44, 45, 46, 50, 59, 63, 80.**

## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Альгин А.П. Грани экономического риска. - М., 1991.
2. Ашманов С. А. Введення в математичну економіку. - М.: Наука 1984.
3. Балабанов И.Т. Риск-менеджмент. - М.: Финансы и статистика, 1996.
4. Банди Б. Основы линейного программирования. – М.: Радио и Связь, 1989.
5. Бережная Е.В. Математические методы моделирования экономических систем. – М.: Финансы и статистика, 2001.
6. Бернштейн П. Против Богов. Укрощение риска. Пер. с англ. - М.: ЗАО «Олимп-бизнес», 2006.
7. Бирман И. Оптимальное программирование. - М.: Радио и Связь, 1976.
8. Булинская Е.В. Теория риска и перестрахование. Ч. 1. - М., МГУ, 2001.
9. Буянов В. П., Кирсанов К. А., Михайлов Л. А. Рискология. Управление рисками. - М., 2002.
10. Вітлінський В.В., Наконечний С.І. Ризик у менеджменті. – К. Тов. “Борисфен-М”. – 1996. – 336 с.
11. Воробьёв Ю.Л. Малинецкий Г.Г. Махутов Н.А. Управление риском и устойчивое развитие. Человеческое измерение // Общественные науки и современность, №6, 2000.
12. Высшая математика для экономистов / Под ред. Н.Ш. Кремера. – М.: ЮНИТИ, 2003.
13. Горчаков А.А., Орлова И.В. Компьютерные экономико-математические модели. – М.: Компьютер, ЮНИТИ, 1995.
14. Горчаков А.А., Орлова И.В., Половников В.А. Методы экономико-математического моделирования и прогнозирования в новых хозяйственных условиях хозяйствования. – М.: ВЗФЭИ, 1991.
15. Грубер Й. Эконометрія: Посібник для студ. екон. спец., т. 2. / Пер. – К.: ЗАТ «Нічлава», 1998. – 295 с.
16. Демченков В.С., Милета В.И. Системный анализ деятельности

- предприятий: М: Финансы и статистика, 1990. - 182 с.
17. Джонстон Д.Ж. Эконометрические методы. – М.: Финансы и статистика, 1980.
  18. Доля В.Т. Економетрія. Методичний посібник з вивчення дисципліни (для студентів за напрямами підготовки 0501 “Економіка”, 0592 “Менеджмент”).
  19. Дрейпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ. - М.: Статистика, 1973.
  20. Доугерти К. Введение в економетрику / Пер. с англ. – М.: ИНФРА-М, 2001.- 402 с.
  21. Дубров А.М. и др. Моделирование рискованных ситуаций в экономике и бизнесе. - М.: «Финансы и статистика», 2001.
  22. Жданов С. Экономические модели и методы управления. М.Эльта 1998.
  23. Замков О.О., Толстостяненко А.В., Черемных Ю.Н. Математические методы в экономике. - М. ДНСС: 1997.
  24. Ефимова М.Р., Петрова Е.В., Румянцев В.Н. Общая теория статистики: Учебник. – М.: ИНФРА-М, 1998. – 416 с.
  25. Интрилигатор М. Математические методы оптимизации и экономическая теория. - М.: Прогресс, 2003.
  26. Карасев А.И., Кремер Н.Ш., Савельева Т.Н. Математические методы и модели в планировании. - М. Экономика, 1987.
  27. Кенэ Ф. Избранные экономические произведения / Пер. с франц. – М.: Соцэкгиз, 1960. – 551 с.
  28. Конспект лекцій з дисципліни «Економетрія» (для студентів 3 курсу, напряму 0305 «Економіка і підприємництво») / Укл.: Скоков Б.Г., Мамонов К.А. – Х: ХНАМГ, 2008. – 59 с.
  29. Конюховский П. Математические методы исследования в экономике. – СПб.: Питер, 2000. – 208 с.

- 30.Кремер Н.Ш., Путко Б.А., Тришин И.М., Фридман М.Н.; под ред. Проф. Н.Ш.Кремера: Исследование операций в экономике; Уч. пособие для вузов.
- 31.Лагоша Б.А. Оптимальное управление в экономике. - М.: Финстат, 2003.
- 32.Лапуста М. Г., Шаршукова Л. Г. Риски в предпринимательской деятельности. - М.: Инфра-М, 1996.
- 33.Ларичев О.И. Теория и методы принятия решений. М.: Логос, 2000.
- 34.Лещинський О.Л., Рязанцева В.В., Юнькова О.О. Економетрія: Навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. – Л.: МАУП, 2003.-208 с.
- 35.Лук'яненко І. Г., Краснікова Л. І. Економетрика: Підручник. – К.: Т-во “Знання”, КОО, 1998. – 494 с.
- 36.Лук'яненко І.Г., Городніченко Ю.О. Сучасні економетричні методи у фінансах. Навчальний посібник.-К.: Літера ЛТД, 2002.-352 с.
- 37.Ляшенко І. М. Економіко-математичні методи та моделі сталого розвитку. — К.: Вища шк., 1999.
- 38.Малыхин В.И. Математическое моделирование экономики. - М. Изд-во УРАО, 1998.
- 39.Малыхин В.И. Финансовая математика. – М.: ЮНИТИ, 2002.
- 40.Малиш Н. А. Моделювання еколого-економічних систем агропромислового комплексу на території радіоактивно забрудненого регіону. Дис. на здоб. вч. ступ. к. е. н. КНУ ім. Тараса Шевченка, 1993.
- 41.Макаревич Л.М. Управление предпринимательскими рисками. - М.: Изд-во «Дело и Сервис», 2006.
- 42.Малинецкий Г.Г. Управление риском и редкие катастрофические события // Математическое моделирование, т.14. - №8. - 2002.
- 43.Мерков А.М., Поляков Л.Е. Санитарная статистика: / Пособие для врачей. - М.: Медицина. – 1976. – 384 с.
- 44.Методичні вказівки для вивчення курсу “Економетрія” / Укл. Скоков Б.Г. – Х.: ХНАМГ, 2002. – 39 с.

45. Методичні вказівки до виконання практичних завдань і самостійної роботи з дисципліни «Економетрія» (для студентів 3 курсу денної форми навчання спец. 7.050201 «Менеджмент організацій») / Укл. Мамонов К.А. – Х.: ХНАМГ, 2006. – 27 с.
46. Методичні вказівки «Використання пакету програм «Statistica» в економетричних дослідженнях» (для студентів 3 курсу денної форми навчання, спец. 6.050200 «Менеджмент організацій») / Укл. Скоков Б.Г., Мамонов К.А. – Х.: ХНАМГ, 2007. – 51 с.
47. Методические указания к самостоятельному изучению курса «Экономико-математические методы и модели в планировании и управлении», проведению практических занятий и выполнению контрольных работ (для студентов 4, 5 курсов всех форм обучения, специальности 1722) / Составитель Скоков Б.Г. – Х.: Харьковское межвузовское полиграфическое предприятие, 1988. – 58 с.
48. Методична розробка практичного заняття із студентами 4 – 5 курсів з теми: «Оцінка достовірності результатів дослідження» / Укл. Таралло В.Л., Зубович А.П., Ясинська Е.Ц. – Чернівці, 2001. – 6 с.
49. Миксюк С.Ф., Комкова В.Н. Экономико-математические методы и модели – Мн.: БГЭУ, 2006.
50. Мішура Ю.С., Пархоменко В.М., Ядренко М.Й. Теоретично-ймовірнісні та статистичні методи в економетриці та фінансовій математиці. – К. Інформтехніка. – 1995. – 380 с.
51. Монахов А. Математические методы анализа экономики. – СПб.: Питер, 2002. – 176 с.
52. Егоров А.А. Об оценке достоверности результатов моделирования боевых действий (операции) объединения ВВС. – Военная теория и практика. С. 60-65.
53. Петі У. «Політична арифметика». – Кембрідж: Юніверситі Прес, 1899.

54. Петров Е. Г., Новожилова М. В.. Методи і засоби прийняття рішень у соціально – економічних системах: Навч. посібник./ За ред. Е. Г. Петрова. – К.: Техніка, 2004. – 256с.
55. Ракитов А.И. Принципы научного мышления. - М.: Политиздат, 1975. – 143 с.
56. Рао С.Р. Линейные статистические методы и их применение. - М.: Наука, 1968.
57. Райзберг Б.А. Предпринимательство и риск. – "Знание". Новое в жизни, науке и технике. – 1992. – № 4.
58. Риски в современном бизнесе. / П.Г. Грабовый, С.Н. Петрова, С.И. Полтавцев и др. - М.: Алане, 1994.
59. Робоча програма і короткий конспект лекцій до самостійного вивчення курсу «Економетрія» (для студентів денної і заочної форм навчання спеціальностей «Менеджмент організацій», «Облік і аудит» та «Економіка підприємства») / Укл. Скоков Б.Г., Мамонов К.А. – Х.: ХНАМГ, 2006. – 105 с.
60. Руденко А.В. Переход от вероятности к достоверности в доказывании по уголовным делам / Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата юридических наук. – Краснодар, 2001. – 24 с.
61. Самойленко М.І., Скоков Б.Г. Дослідження операцій (Математичне програмування. Теорія масового обслуговування): Навч. посібник. – Харків: ХНАМГ, 2005. – 176 с.
62. Сергеев М. Предпринимательский риск и стратегии предпринимателя (<http://www.fact.ru/archiv/num01/serg.html>).
63. Сивый В.Б., Скоков Б.Г. Математические методы и модели в планировании и управлении жилищно-коммунальным хозяйством: Учеб. пособие для вузов. – Х.: Изд-во «Основа» при Харьковском государственном университете, 1991. – 208 с.
64. Скурихин Н.П. Математическое моделирование. М. Высшая школа 1989.



65. Сытник В.Ф. Каратодава Е.А. Математические модели в планировании и управлении предприятиями. - К. Вища школа, 1985.
66. Схрейвер А. Теория линейного и целочисленного программирования: в 2-х томах. / Пер. с английского. – М. 1991. - 360 с.
67. Терехов Л.Л. Экономико- математические методы. - М. Статистика 1988.
68. Тони Райс, Брайан Койли. Финансовые инвестиции и риск / Пер. с англ. – Торгово-издательское бюро ВНУ, 1995. – 592 с.
69. Уткин Э. А. Риск-менеджмент: Учебник. - М.: Тандем, 1998.
70. Федосеев В.В. Экономико-математические методы и модели в маркетинге. – М.: Финстатинформ, 1996.
71. Чернов В. А. Анализ коммерческого риска. - М.: Финансы и статистика, 1998.
72. Чернышевский Н.Г. Полное собрание сочинений: в 16 т. – М.: 1939 – 1953.
73. Четыркин Е.М. Статистические методы прогнозирования. – М.: Финансы и статистика, 1979.
74. Хазанова Л. Математическое моделирование в экономике. - М.1998.
75. Химмельблау Д. Анализ процессов статистическими методами. - М.: Наука, 1978.
76. Хохлов Н.В. Управление риском: Уч. пособие для вузов - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 1999.
77. Ху Т. Целочисленное программирование и потоки в сетях.; перевод с английского. – М., 1974.
78. Шелобаев С. И. Математические методы и модели в экономике, финансах, бизнесе: Уч. пособие для вузов. — М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2000.
79. Шрейдер Ю.А., Шаров А.А. Системы и модели. - М.: Радио и Связь, 1982.

80. Экономико-математические методы и прикладные модели: Уч. пособие для вузов / В. В. Федосеев, А. Н. Гармаш, Д. М. Дайитбегов и др. – М.: ЮНИТИ, 1999. – 391 с.
81. Ястремський О.І. Моделювання економічного ризику. – К.: Либідь, 1992. – 176 с.
82. Ястремський О.І. Основи теорії економічного ризику: Навч. посібник для студентів економічних спеціальностей вищих навчальних закладів. – К.: "АртЕк", 1997. – 248 с.
83. Daenzer B. J. Fact-Finding Techniques in Risk Analysis. - AMA, 1970. -P. 63-67.
84. Hayes R. И., Wheelwright S. C., Clark K. B. Dynamic Manufacturing: Creating Learning Organization. The Free Press, NY, 1988.
85. Head G., Horn S. Essentials of Risk Management. V. 1, ПА, 1991. - P. 136.
86. Merrill William C., Fox Karl A. Introduction to Economic statistics.- John. Wiley&Sans.- 1970.-658.
87. Robert N. Charette. Applications Strategies for Risk Analysis. McGraw-Hill Book Company, 1990. New York, N-Y 10020. – ISBN 0-07-010888-9.
88. Simon J. D. Political Risk Assessment. - «Columbia Journal of World Business». - 17, no. 3. - 1982.
89. V.Lofti, C. Pegels. Decision Support System for Production and Operations Managament (DSSPOW). IRWIN, 1991.-359 с.
90. <http://www.ur.freecopy.ru>.
91. <http://www.vseslova.ru>.

## Навчальне видання

Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни “Економіко-математичне моделювання” (для студентів заочної форми навчання спеціальності 6.030509 «Облік і аудит»).

Автори: Костянтин Анатолійович Мамонов

Редактор: М.З. Аляб'єв

План 2009, поз. 419М

---

|                             |                        |                     |
|-----------------------------|------------------------|---------------------|
| Підп. до друку 25.06.2009р. | Формат 60x84/16        | Папір офісний.      |
| Друк на ризографі           | Умовн.– друк. арк. 1,6 | Обл.- вид. арк. 2,1 |
| Замовл. №                   | Тираж 100 прим.        |                     |

---

61002, Харків, ХНАМГ, вул. Революції, 12

---

Сектор оперативної поліграфії ЦНІТ ХНАМГ

---

61002, Харків, вул. Революції, 12