

Міністерство освіти і науки України
Волинський національний університет імені Лесі Українки
Економічний факультет

*Серія “Посібники та підручники
ВНУ імені Лесі Українки”*

О. Л. ТОЦЬКА

ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ В ІННОВАЦІЙНІЙ ДІЯЛЬНОСТІ

Навчальний посібник
для студентів вищих навчальних закладів

*Рекомендовано
Міністерством освіти і науки України
як навчальний посібник для студентів
вищих навчальних закладів*

Луцьк
Редакційно-видавничий
відділ Волинського національного
університету імені Лесі Українки
2010

УДК 330.341.1(075.8)
ББК 65.291.551ся73
Т 63

*Рекомендовано
Міністерством освіти і науки України як навчальний посібник
для студентів вищих навчальних закладів
(Лист № 1/11-9280 від 07.10.2010 р.)*

*Серія “Посібники та підручники ВНУ імені Лесі Українки”.
Серія заснована у 2010 році.*

Рецензенти:

Гавриленко В. В. – доктор фізико-математичних наук, професор, завідувач кафедри інформаційних систем і технологій Національного транспортного університету;

Гамалій В. Ф. – доктор фізико-математичних наук, професор, завідувач кафедри маркетингу і економічної кібернетики Кіровоградського національного технічного університету;

Юринець В. Є. – доктор фізико-математичних наук, професор, завідувач кафедри інформаційних систем у менеджменті Львівського національного університету імені Івана Франка

Тоцька О. Л.

Т 63 Інформаційні системи в інноваційній діяльності : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / Олеся Леонтіївна Тоцька. – Луцьк : Волин. нац. ун-т ім. Лесі Українки, 2010. – 184 с. – (Посібники та підручники ВНУ імені Лесі Українки)

ISBN 978-966-600-493-5 (серія)
ISBN 978-966-600-518-5

У посібнику вміщено теоретичні й практичні матеріали для вивчення курсу “Інформаційні системи в інноваційній діяльності”: подано планування лекційних занять і конспект лекцій; сформовано тестові питання та варіанти тестів для перевірки теоретичних знань; висвітлено планування й порядок виконання лабораторних робіт; описано процес підготовки індивідуального навчально-дослідного завдання.

Для викладачів і студентів вищих навчальних закладів.

**УДК 330.341.1(075.8)
ББК 65.291.551ся73**

© Тоцька О. Л., 2010
© Гончарова В. О. (обкладинка), 2010
© Волинський національний університет
імені Лесі Українки, 2010

ISBN 978-966-600-493-5 (серія)
ISBN 978-966-600-518-5

ЗМІСТ

Вступ	5
Розділ 1. Теорія	6
Планування лекційних занять курсу “Інформаційні системи в інноваційній діяльності”	7
Зміст лекційних занять курсу “Інформаційні системи в інноваційній діяльності”	8
Тема 1. Автоматизація кластерного аналізу в інноваційній діяльності	
1.1. Теоретичні відомості про кластерний аналіз	11
1.2. Приклади застосування кластерного аналізу в інноваційній діяльності	14
1.3. Автоматизація кластерного аналізу за допомогою програмного пакету StatSoft Statistica 8.0	18
1.3.1. Алгоритм реалізації методу деревоподібної кластеризації кластерного аналізу	18
1.3.2. Алгоритм реалізації методу К-середніх кластерного аналізу	27
<i>Контрольні запитання до теми 1</i>	34
<i>Література до теми 1</i>	37
Тема 2. Автоматизація факторного аналізу в інноваційній діяльності	
2.1. Теоретичні відомості про факторний аналіз	40
2.2. Приклад застосування методу головних компонент факторного аналізу в інноваційній діяльності	44
2.3. Автоматизація методу головних компонент факторного аналізу за допомогою програмного пакету StatSoft Statistica 8.0	47
<i>Контрольні запитання до теми 2</i>	55
<i>Література до теми 2</i>	57
Тема 3. Автоматизація оптимізаційного моделювання в інноваційній діяльності	
3.1. Визначення та класифікація моделей	59
3.2. Теоретичні відомості про оптимізаційне моделювання	61
3.3. Приклад побудови оптимізаційної моделі в інноваційній діяльності	65

3.4. Автоматизація оптимізаційної моделі за допомогою електронної таблиці Microsoft Excel	68
<i>Контрольні запитання до теми 3</i>	70
<i>Література до теми 3</i>	73
 Тема 4. Автоматизація імітаційного моделювання в інноваційній діяльності	
4.1. Теоретичні відомості про імітаційне моделювання	76
4.2. Приклад побудови імовірно-автоматної моделі в інноваційній діяльності	80
4.3. Автоматизація імовірно-автоматної моделі за допомогою електронної таблиці Microsoft Excel	89
<i>Контрольні запитання до теми 4</i>	97
<i>Література до теми 4</i>	99
 Тема 5. Автоматизація прогнозування в інноваційній діяльності	
5.1. Теоретичні відомості про прогнозування	103
5.2. Приклад прогнозування показників інноваційної діяльності	106
5.3. Автоматизація прогнозування за допомогою програмного пакету Statgraphics 2.1	108
<i>Контрольні запитання до теми 5</i>	113
<i>Література до теми 5</i>	115
 Розділ 2. Практика	117
Планування лабораторних занять курсу “Інформаційні системи в інноваційній діяльності”	118
Лабораторна робота № 1	119
Лабораторна робота № 2	120
Лабораторна робота № 3	121
Лабораторна робота № 4	122
Лабораторна робота № 5	124
Лабораторна робота № 6	126
Методичні вказівки до тестування	128
Варіанти 1–8 тесту № 1	129
Варіанти 1–10 тесту № 2	145
Методичні вказівки до виконання індивідуального навчально-дослідного завдання (ІНДЗ)	165
Закон України “Про інноваційну діяльність”	166

ВСТУП

Мета навчальної дисципліни “Інформаційні системи в інноваційній діяльності” – формування системи знань у галузі організації та функціонування інформаційних систем інноваційної діяльності, а також методології розв’язування комплексів управлінських завдань.

Завдання дисципліни:

– вивчення інформаційних технологій в інноваційній діяльності, систем оброблення управлінської інформації, організації та методології розв’язування відповідних комплексів завдань;

– набуття вмінь використовувати базові програмні засоби (Microsoft Excel) та пакети прикладних програм (StatSoft Statistica 8.0, Statgraphics 2.1).

Предмет дисципліни – управлінська інформація у сфері інновацій.

Після закінчення вивчення курсу студенти мають:

засвоїти теоретичні основи організації та функціонування систем оброблення управлінської інформації у сфері інновацій; організацію й методологію розв’язання комплексів завдань управління інноваційною діяльністю та їх інформаційного забезпечення;

уміти використовувати базові програмні засоби (Microsoft Excel) та готові пакети прикладних програм (StatSoft Statistica 8.0, Statgraphics 2.1) для виконання оброблення даних в інноваційній діяльності в умовах функціонування окремих автоматизованих робочих місць.

Розділ 1



Теорія

ПЛАНУВАННЯ ЛЕКЦІЙНИХ ЗАНЯТЬ КУРСУ “ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ В ІННОВАЦІЙНІЙ ДІЯЛЬНОСТІ”

Назва тем курсу та їх зміст	Кількість годин
<p><i>Автоматизація кластерного аналізу в інноваційній діяльності:</i></p> <p>1. Теоретичні відомості про кластерний аналіз. 2. Приклади застосування кластерного аналізу в інноваційній діяльності. 3. Автоматизація кластерного аналізу за допомогою програмного пакету StatSoft Statistica 8.0</p> <p style="padding-left: 40px;">3.1. Алгоритм реалізації методу деревоподібної кластеризації кластерного аналізу; 3.2. Алгоритм реалізації методу К-середніх кластерного аналізу.</p>	4
<p><i>Автоматизація факторного аналізу в інноваційній діяльності:</i></p> <p>1. Теоретичні відомості про факторний аналіз. 2. Приклад застосування методу головних компонент факторного аналізу в інноваційній діяльності. 3. Автоматизація методу головних компонент факторного аналізу за допомогою програмного пакету StatSoft Statistica 8.0.</p>	4
<p><i>Автоматизація оптимізаційного моделювання в інноваційній діяльності:</i></p> <p>1. Визначення та класифікація моделей. 2. Теоретичні відомості про оптимізаційне моделювання. 3. Приклад побудови оптимізаційної моделі в інноваційній діяльності. 4. Автоматизація оптимізаційної моделі за допомогою електронної таблиці Microsoft Excel.</p>	4
<p><i>Автоматизація імітаційного моделювання в інноваційній діяльності:</i></p> <p>1. Теоретичні відомості про імітаційне моделювання. 2. Приклад побудови імовірнісно-автоматної моделі в інноваційній діяльності. 3. Автоматизація імовірнісно-автоматної моделі за допомогою електронної таблиці Microsoft Excel.</p>	4
<p><i>Автоматизація прогнозування в інноваційній діяльності:</i></p> <p>1. Теоретичні відомості про прогнозування. 2. Приклад прогнозування показників інноваційної діяльності. 3. Автоматизація прогнозування за допомогою програмного пакету Statgraphics 2.1.</p>	2
Усього	18

ЗМІСТ ЛЕКЦІЙНИХ ЗАНЯТЬ КУРСУ “ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ В ІННОВАЦІЙНІЙ ДІЯЛЬНОСТІ”

Тема 1. Автоматизація кластерного аналізу в інноваційній діяльності

Кластерний аналіз. Сфери використання кластерного аналізу. Види задач кластерного аналізу: класифікації невеликих за обсягом сукупностей спостережень; класифікації великих за обсягом сукупностей спостережень. Методи кластерного аналізу: об'єднання (деревоподібна кластеризація); двохходове об'єднання; К-середніх. Етапи проведення деревоподібної кластеризації: 1) побудова матриці вхідних даних; 2) побудова матриці стандартизованих вхідних даних; 3) побудова матриці відстаней; 4) об'єднання об'єктів у кластери. Міри відстаней, які використовуються під час деревоподібної кластеризації: евклідова; квадрат евклідової; Чебишева; степенева; міських кварталів (Манхеттенська); процент незгоди; коефіцієнт кореляції Пірсона. Алгоритми об'єднання об'єктів у кластери: одинарне об'єднання (метод ближнього сусіда); повне об'єднання (метод найбільш віддаленого сусіда); незважене попарне групове середнє; зважене попарне групове середнє; незважений попарний груповий центроїд; зважений попарний груповий центроїд (медіана); метод Варда (Уорда).

Приклади застосування кластерного аналізу в інноваційній діяльності.

Автоматизація кластерного аналізу за допомогою програмного пакету StatSoft Statistica 8.0: алгоритм реалізації методу деревоподібної кластеризації; алгоритм реалізації методу К-середніх.

Література: див. ст. 37–39.

Тема 2. Автоматизація факторного аналізу в інноваційній діяльності

Основні цілі факторного аналізу. Головна мета факторного аналізу. Передумови використання факторного аналізу. Автори факторного аналізу. Сфери використання факторного аналізу. Модель факторного аналізу. Алгоритм проведення факторного аналізу: 1) стандартизація заданих значень змінних; 2) обчислення коефіцієнтів кореляції Пірсона між досліджуваними змінними; 3) визначення власних значень редуційної кореляційної матриці; 4) сортування

власних значень у порядку спаду; 5) визначення факторів та їхньої оптимальної кількості; 6) обертання факторів; 7) інтерпретація факторів. Способи визначення кількості факторів: критерій Кайзера; спосіб залишення такої кількості факторів, яка пояснює наперед фіксовану частину сукупної дисперсії; критерій кам'янистого осипу. Методи обертання факторів: варімакс; еквамакс; квартімакс. Метод головних компонент (компонентний аналіз). Модель компонентного аналізу.

Приклад застосування методу головних компонент факторного аналізу в інноваційній діяльності.

Автоматизація методу головних компонент факторного аналізу за допомогою програмного пакету StatSoft Statistica 8.0.

Література: див. ст. 57–58.

Тема 3. Автоматизація оптимізаційного моделювання в інноваційній діяльності

Стадії економетричного дослідження: 1) формулювання підтримуваної гіпотези; 2) тестування підтримуваної гіпотези; 3) вирішення на підставі певних критеріїв, чи оцінки є задовільними та надійними; 4) визначення придатності моделі до передбачення. Етапи економетричного моделювання: теорія → теоретична модель → економетрична модель → оцінювальне тестування → прогнозування. Моделювання. Модель. Сфери застосування моделювання. Класифікація моделей: за загальним цільовим призначенням; ступенем агрегування; конкретним цільовим призначенням; розмірами; з урахуванням фактору невизначеності.

Оптимізаційна модель. Зображення оптимізаційної задачі. Алгоритм розв'язування оптимізаційної задачі: 1) вибір завдання; 2) змістова постановка завдання; 3) формування математичної моделі; 4) збір вхідних даних; 5) розв'язання задачі; 6) аналіз отриманого оптимального розв'язку; 7) прийняття рішення; 8) керівництво з реалізації рішення. Критерії оптимальності випуску продукції. Вимоги до набору критеріїв. Принципи вибору схеми компромісу в багатокритеріальних оптимізаційних моделях: рівномірності; справедливої поступки; виділення головного критерію; послідовної поступки.

Приклад побудови оптимізаційної моделі в інноваційній діяльності.

Автоматизація оптимізаційної моделі за допомогою електронної таблиці Microsoft Excel.

Література: див. ст. 73–75.

Тема 4. Автоматизація імітаційного моделювання в інноваційній діяльності

Імітаційне моделювання. Імітаційна модель. Сфери застосування імітаційних моделей. Методи імітаційного моделювання: статистичних випробувань (Монте-Карло); статистичного моделювання. Апарат імовірно-автоматного моделювання. Характеристики імовірно-автоматної моделі: вектор початкових станів; матриця алфавітів; система функцій виходів; таблиця умовних функціоналів-переходів; система розподілу незалежних випадкових величин.

Приклад побудови імовірно-автоматної моделі в інноваційній діяльності.

Автоматизація імовірно-автоматної моделі за допомогою електронної таблиці Microsoft Excel.

Література: див. ст. 99–102.

Тема 5. Автоматизація прогнозування в інноваційній діяльності

Прогнозування. Стадії процесу прогнозування: 1) формулювання завдання на розробку прогнозу; 2) прогнозування об'єкта; 3) верифікація. Класифікація прогнозів: за терміном упередження (оперативні, короткострокові, середньострокові, довгострокові), за можливістю впливу на майбутні прогнози (активні, пасивні), за ступенем імовірності (варіантні, інваріантні), за способом представлення (точкові, інтервальні). Методи прогнозування: якісні (індивідуальні – інтерв'ю, аналітичний, написання сценарію; колективні – комісій, колективної генерації ідей, “Дельфи”), кількісні (екстраполяції тенденції – найменших квадратів, експоненційного згладжування; моделювання). Етапи колективного експертного оцінювання.

Приклад прогнозування показників інноваційної діяльності.

Автоматизація прогнозування за допомогою програмного пакету Statgraphics 2.1.

Література: див. ст. 115–116.

ТЕМА 1

АВТОМАТИЗАЦІЯ КЛАСТЕРНОГО АНАЛІЗУ В ІННОВАЦІЙНІЙ ДІЯЛЬНОСТІ

1.1. Теоретичні відомості про кластерний аналіз

Кластерний аналіз (від англ. *cluster* – гроно, згусток) є сукупністю методів класифікації багатовимірних спостережень, основна мета якої полягає в розподілі вхідних даних на однорідні групи так, щоб об'єкти всередині групи були схожими між собою згідно з деяким критерієм, а об'єкти з різних груп відрізнялися один від одного. Причому класифікація об'єктів проводиться одночасно за декількома ознаками на основі введення певної міри сумарної близькості за всіма ознаками класифікації.

Кластерний аналіз дає змогу аналізувати достатньо великий обсяг інформації і різко скорочувати великі масиви соціально-економічної інформації, робити їх компактними й наочними.

Сьогодні він широко використовується в біології (групування тварин за видами), медицині (класифікація захворювань, лікувань захворювань), психіатрії (групування симптомів захворювань), археології (класифікація кам'яних знарядь), на семінарах із невербальної комунікації (класифікація жестів), а також у маркетингових дослідженнях, хоча вперше його застосували в соціології.

Використанню кластерного аналізу для класифікації соціально-економічних об'єктів присвятили наукові публікації Л. Антонюк, В. А. Грабауров, Р. Т. Грищук, Я. І. Єлейко, О. П. Завада, С. О. Козій, Л. О. Корчевська, М. П. Кульбіда, М. В. Макаренко, І. Наконечна, І. Б. Олексів, Н. Ю. Подольчак, В. Сацик, І. І. Світлишин, О. В. Скидан, Ф. Хміль, А. О. Цапін та ін. Так, зокрема, його використовують для оцінювання стану інвестиційних фондів, трудового потенціалу країн, економічного ризику підприємств, аналізу міжнародної конкурентоспроможності країн, класифікації споживачів електроенергії, групування країн за рівнем економічного розвитку, аналізу динамічних рядів вилову риби на окремих водоймах, створення моделі ефективного функціонування промислових підприємств, аналізу розвитку соціальних послуг у різних регіонах, удосконалення методології формування регіональної аграрної політики, стратифікації підприємств, побудови моделі розвитку територіальних об'єднань підприємств тощо.

Задачі кластерного аналізу прийнято поділяти на два основні види залежно від обсягу сукупності вхідних даних.

До *першого виду* належать задачі класифікації порівняно невеликих за обсягом сукупностей спостережень, які, зазвичай, складаються з декількох десятків спостережень. Це, зокрема, задачі класифікації таких макрооб'єктів, як країни, області, міста, підприємства, типи технологічних процесів тощо.

До *другого виду* належать задачі класифікації великих за обсягом сукупностей спостережень, які складаються із сотень і тисяч спостережень. Це, зокрема, задачі класифікації таких мікрооб'єктів, як індивіди, сім'ї, вироби тощо.

У програмному пакеті *StatSoft Statistica 8.0* розрізняють такі три методи кластерного аналізу: об'єднання (деревоподібна кластеризація), двохходове об'єднання, *K*-середніх.

Призначення *деревоподібної кластеризації* полягає в об'єднанні об'єктів у достатньо великі групи з використанням деякої міри схожості чи відстані між об'єктами. Її результатом є ієрархічне дерево.

Двоходове об'єднання проводить кластеризацію і спостережень, і змінних, тобто у двох напрямках. Воно використовується досить рідко, порівняно з іншими методами, і тільки тоді, коли передбачається, що і спостереження, і змінні одночасно вносять вклад у визначення осмислених кластерів.

Під час застосування *методу K-середніх* вибираються *K*-випадкові кластери, розташовані на якомога більшій відстані один від одного, а потім змінюється належність до них об'єктів так, щоб: 1) мінімізувати змінність усередині кластерів; 2) максимізувати змінність між кластерами.

Тобто при цьому потрібно наперед задавати кількість кластерів, яку бажаємо отримати.

Проведення *деревоподібної кластеризації* економічних об'єктів полягає у проходженні таких етапів:

- 1) побудова матриці вхідних даних;
- 2) побудова матриці стандартизованих вхідних даних;
- 3) побудова матриці відстаней;
- 4) об'єднання об'єктів у кластери.

На першому етапі формується таблиця, в якій економічні об'єкти характеризуються певними показниками.

На другому етапі проводиться стандартизація показників, тобто так зване z -перетворення, яке особливо корисне, коли дані подані в різних одиницях виміру. Вона приводить значення всіх перетворених показників до єдиного діапазону, а саме від -3 до $+3$. Стандартизоване значення обчислюється за формулою:

$$z_i = \frac{(x_i - \bar{x})}{s},$$

де $x_i (i = \overline{1, n})$ – вхідне значення показника; $\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$ – його середнє

значення; $s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$ – його стандартне відхилення.

На третьому етапі обирається одна із семи мір відстаней (див. рис. 1.1) і будується симетрична матриця відстаней.

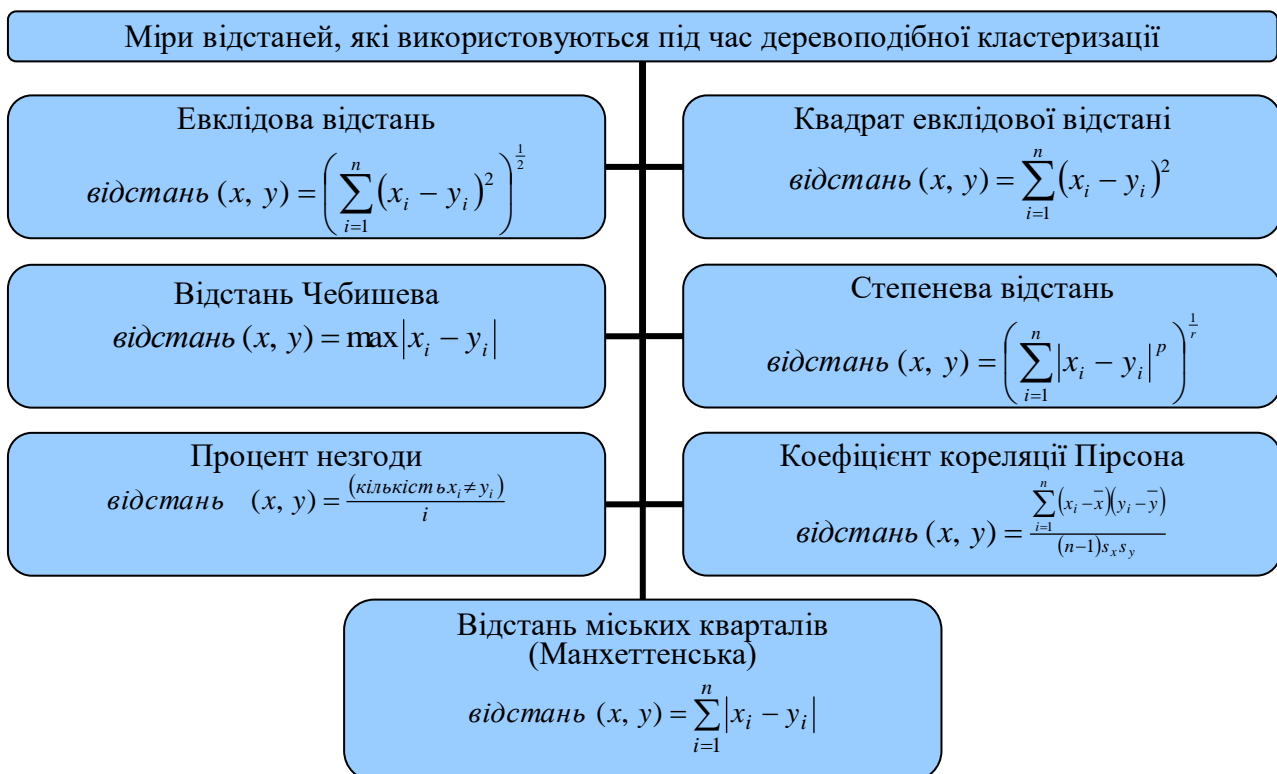


Рис. 1.1. Міри відстаней деревоподібної кластеризації:

x_i, y_i – значення двох показників; \bar{x}, \bar{y} – їх середні значення; s_x, s_y – їх стандартні відхилення; n – кількість пар значень; p і r – параметри, які визначаються користувачем.

На четвертому етапі обирається правило об'єднання об'єктів у кластери та відбувається їхнє об'єднання. Існує сім алгоритмів об'єднання об'єктів у кластери:

1) *одинарне об'єднання (метод ближнього сусіда)* – відстань між двома кластерами обчислюється як мінімальна відстань між усіма парами об'єктів, котрі їм належать;

2) *повне об'єднання (метод найбільш віддаленого сусіда)* – відстань між двома кластерами обчислюється як максимальна відстань між усіма парами об'єктів, які їм належать;

3) *незважене попарне групове середнє* – відстань між двома кластерами визначається як середня відстань між усіма парами об'єктів, котрі їм належать;

4) *зважене попарне групове середнє* – аналогічний до попереднього, але кількість об'єктів у кластері використовується як ваговий коефіцієнт (чим більша кількість об'єктів, тим більшу вагу він має);

5) *незважений попарний груповий центроїд* – відстань між двома кластерами обчислюється як відстань між їх центроїдами (середніми значеннями показників);

6) *зважений попарний груповий центроїд (медіана)* – аналогічний до попереднього, але кількість об'єктів у кластері використовується як ваговий коефіцієнт;

7) *метод Варда (Уорда)* – мінімізує дисперсію двох кластерів, що об'єднуються на кожному кроці об'єднання.

1.2. Приклади застосування кластерного аналізу в інноваційній діяльності

Приклад 1. Проведемо кластерний аналіз областей України за показниками обсягів інноваційної продукції, використавши для автоматизації процесу програмний пакет StatSoft Statistica 8.0.

Початкові параметри:

метод кластерного аналізу – об'єднання (деревоподібна кластеризація);

правило об'єднання – одинарне об'єднання (метод ближнього сусіда);

міра відстані – евклідові відстані;

вхідні дані – подано у табл. 1.1;

алгоритм автоматизації – описано у підрозділі 1.3.1.

Таблиця 1.1

Обсяг інноваційної продукції

(у фактичних цінах; тис. грн)

Область України	2000	2002	2003 ¹	2004	2005	2006
АР Крим	86183,7	544070,2	349566,6	628012,9	944453,3	569615,3
Вінницька	58045,9	147676,7	95384,1	57570,7	54026,4	77154,3
Волинська	45260,6	400736,4	134679,7	416579,8	206823,0	1209409,7
Дніпропетровська	837441,2	1257579,0	1872104,0	2255518,0	2650430,3	4278260,6
Донецька	5923531,1	3284071,1	3777653,6	3143047,1	4935545,3	5206234,4
Житомирська	202764,1	247829,2	56608,8	128700,6	147812,4	230229,8
Закарпатська	51525,7	113896,8	402942,7	677412,8	100270,1	153769,2
Запорізька	550419,6	625649,7	1050892,0	2945946,5	3201468,0	3545379,5
Івано-Франківська	26747,6	25129,7	78897,1	161368,7	199995,0	156078,3
Київська	586883,4	699632,5	1323589,9	2495408,8	3295619,7	4096026,8
Кіровоградська	11510,2	37826,8	140437,5	248540,3	220297,9	475835,4
Луганська	296468,8	311021,4	571878,0	1278478,2	1449660,2	3848947,4
Львівська	151695,5	406498,3	393647,9	331218,2	343360,4	423592,2
Миколаївська	96388,3	335983,0	289831,0	399676,3	719781,7	418873,4
Одеська	26053,3	212642,6	481096,8	541433,8	2176907,3	2197219,6
Полтавська	674098,2	552814,8	189720,3	245805,2	349933,3	406632,5
Рівненська	106715,9	137320,7	37399,6	80109,6	55143,0	23084,6
Сумська	580048,4	898223,4	550418,9	620790,2	1243998,0	917448,1
Тернопільська	26432,6	68510,0	33746,1	37771,5	44092,5	12169,3
Харківська	1011014,7	1136324,7	647941,1	1450443,6	1903187,6	1953181,9
Херсонська	209643,2	372867,8	128797,3	154671,1	128282,4	158859,5
Хмельницька	111205,2	89433,4	83789,4	141687,6	189973,2	111172,4
Черкаська	172448,2	415210,0	19263,1	67031,5	103495,3	162307,0
Чернівецька	56880,1	54022,8	102924,5	86464,5	77841,0	88447,2
Чернігівська	248886,7	230717,7	68901,4	190295,1	252979,7	172776,3

¹2000–2002 рр. – обсяг відвантаженої інноваційної продукції, з 2003 р. – обсяг реалізованої інноваційної продукції.

У результаті отримаємо, що, за показниками, які характеризують обсяг інноваційної продукції, на першому кроці алгоритму об'єднуються дві області – Вінницька й Рівненська (відстань об'єднання – 0,0933239); на другому – Тернопільська й Чернівецька (0,1176139); на третьому – Житомирська й Чернігівська (0,1195103); на четвертому – Івано-Франківська й Хмельницька (0,1257822); на п'ятому – до Івано-Франківської й Хмельницької приєднуються Тернопільська й Чернівецька області (0,1279743) і т. д.

Горизонтальну дендрограму (деревоподібну діаграму) результатів кластерного аналізу подано на рис. 1.2, а графік списку об'єднання областей у кластери – на рис. 1.3. І дендрограма, і графік більш наочно відображають порядок об'єднання регіонів у кластери.

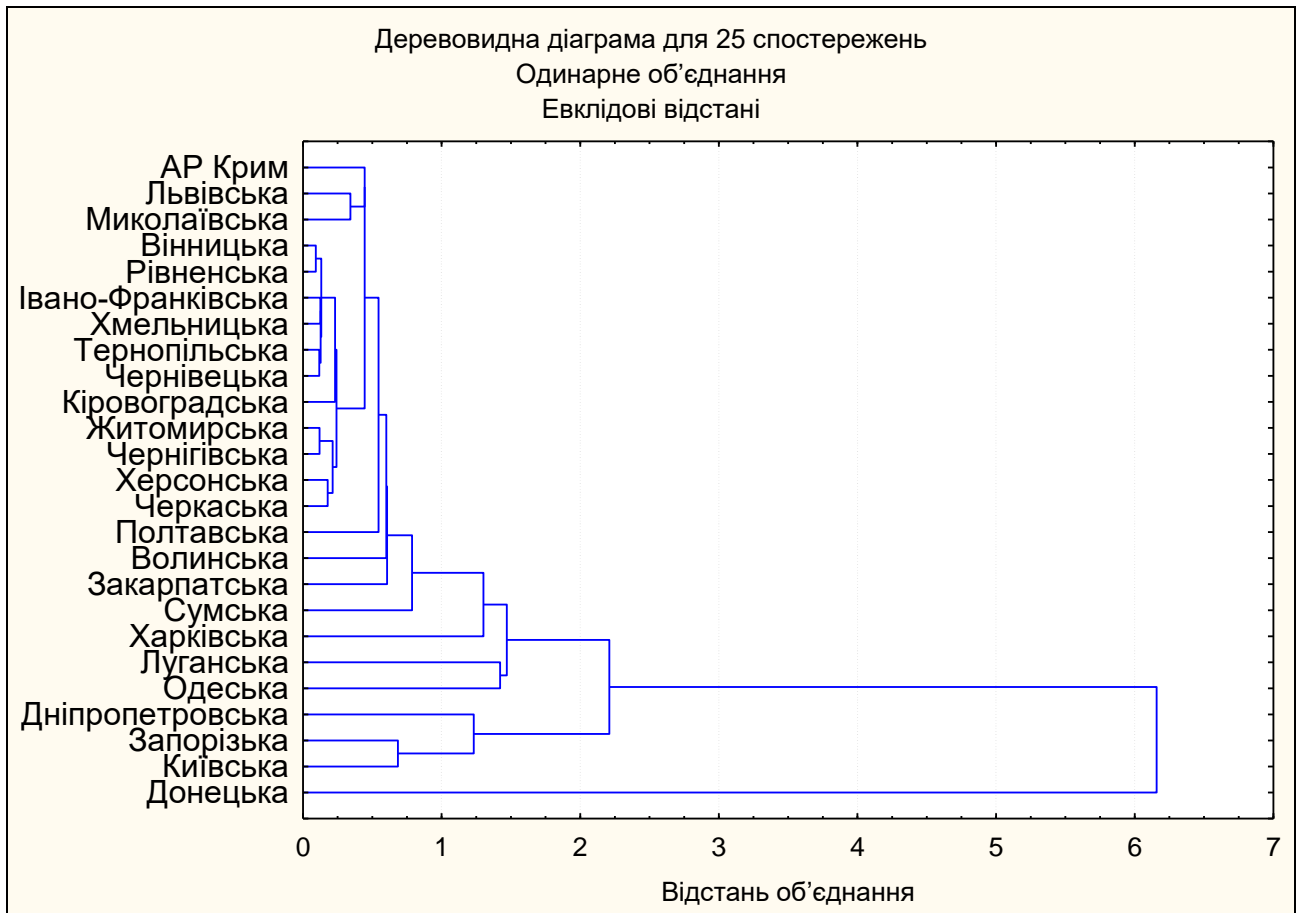


Рис. 1.2. Дендрограма результатів кластерного аналізу

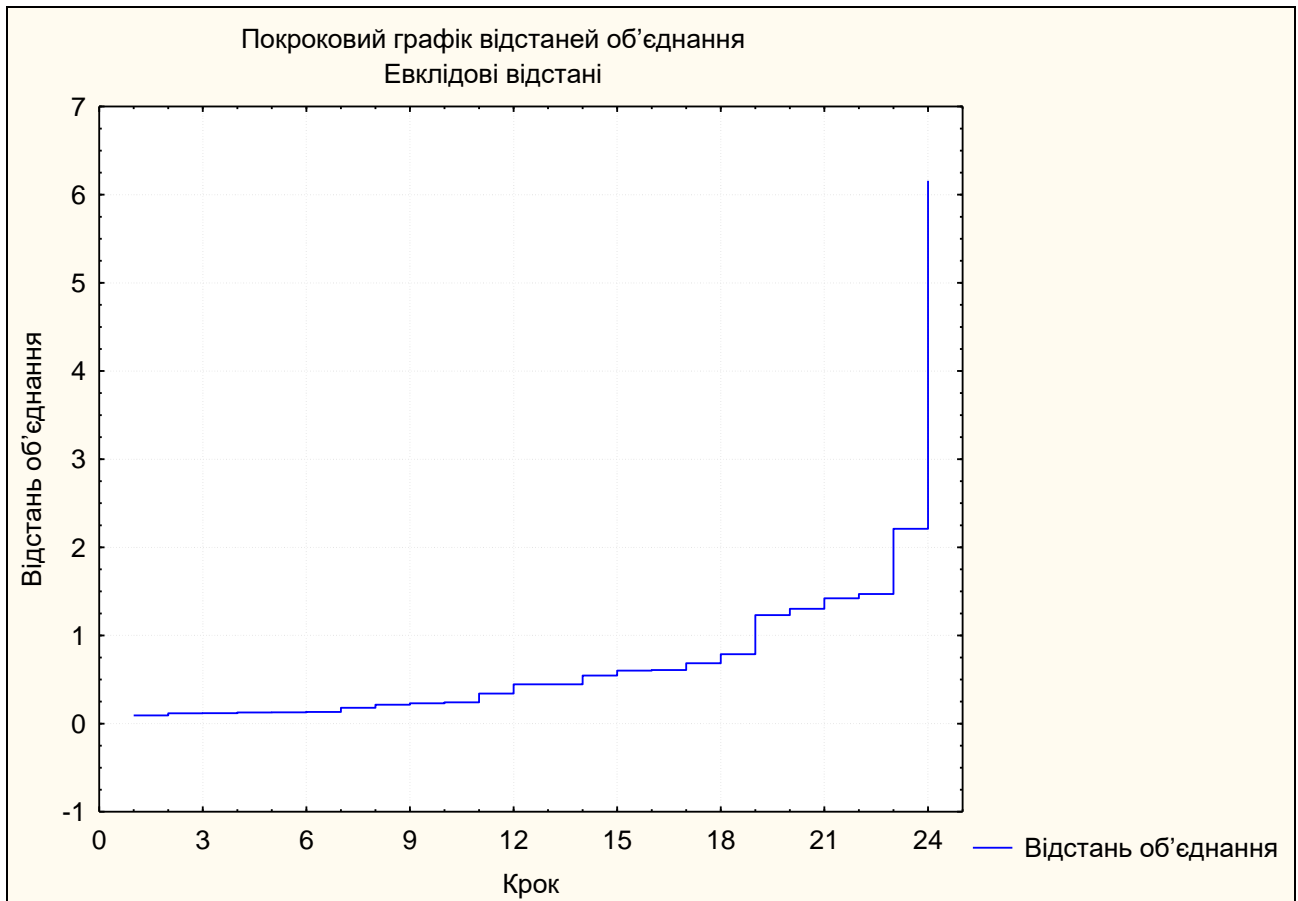


Рис. 1.3. Графік стиску об'єднання

Приклад 2. Проведемо кластерний аналіз областей України за показниками обсягів поставленої на експорт інноваційної продукції, використавши для автоматизації процесу програмний пакет StatSoft Statistica 8.0.

Початкові параметри:

метод кластерного аналізу – К-середніх;

кількість кластерів – 3 (регіони з великими, середніми та малими обсягами поставленої на експорт інноваційної продукції);

центри початкового кластера – вибрати спостереження для максимізації початкових міжгрупових дистанцій;

вхідні дані – подано у табл. 1.2;

алгоритм автоматизації – описано у підрозділі 1.3.2.

Таблиця 1.2

Обсяг поставленої на експорт інноваційної продукції

(у фактичних цінах; тис. грн)

Область України	2000	2002	2003 ¹	2004	2005	2006
АР Крим	50181,9	127435,3	32930,3	123076,5	353584,9	134114,6
Вінницька	23818,0	27306,7	16325,7	10435,3	12725,5	8883,3
Волинська	23396,2	22895,7	1029,5	62,0	3716,3	1424,9
Дніпропетровська	200256,9	382420,4	407054,3	639920,9	844092,8	1196491,6
Донецька	1679815,5	2129637,7	2471108,2	2213666,3	3323371,0	3389267,2
Житомирська	33407,3	45640,3	9527,6	18159,8	25285,7	19982,0
Закарпатська	18406,2	7152,9	23683,1	105849,0	79308,9	102381,1
Запорізька	156110,5	134598,1	353688,7	2673580,9	2723168,1	1277381,2
Івано-Франківська	6710,0	7388,2	35687,8	58632,5	53569,3	44690,9
Київська	108781,9	65817,9	196365,4	319285,9	701516,5	479373,3
Кіровоградська	772,1	7182,0	54799,4	29214,1	31650,1	394569,2
Луганська	88147,0	16886,7	67596,8	267693,7	200395,6	2257323,7
Львівська	15441,2	48354,4	148712,0	136061,0	62162,8	69402,3
Миколаївська	23245,3	84363,0	128167,1	192790,8	515480,8	230326,5
Одеська	0	45203,6	75174,6	93725,5	1688549,9	1757112,1
Полтавська	23927,9	296027,9	91856,5	133293,4	243819,8	288522,3
Рівненська	2072,7	21460,4	6476,1	40116,2	14638,4	3898,0
Сумська	206437,9	422207,0	404884,9	453408,2	1058954,8	704478,5
Тернопільська	1818,3	10349,0	14038,6	7731,4	4364,0	361,0
Харківська	209256,8	186248,9	124902,3	275000,7	368697,8	183093,1
Херсонська	11051,0	164932,8	47875,2	60906,5	57911,0	56323,5
Хмельницька	45124,7	41408,8	26448,5	42125,3	36759,8	2949,2
Черкаська	37271,7	46796,0	3442,0	4023,3	5197,5	81802,5
Чернівецька	9276,6	13564,3	10862,5	17822,0	12321,5	12272,5
Чернігівська	48870,0	66207,3	23542,7	67867,9	73575,2	100598,9

¹2000–2002 рр. – обсяг відвантаженої інноваційної продукції, з 2003 р. – обсяг реалізованої інноваційної продукції.

Отримані у результаті аналізу кластери матимуть таку структуру:
кластер 1 – Донецька область;

кластер 2 – Запорізька область;
 кластер 3 – решта областей України.

Середні стандартизовані значення для кожного кластера за усі роки відображено на рис. 1.4. Вони показують, наскільки кластери відрізняються один від одного за обраними показниками.

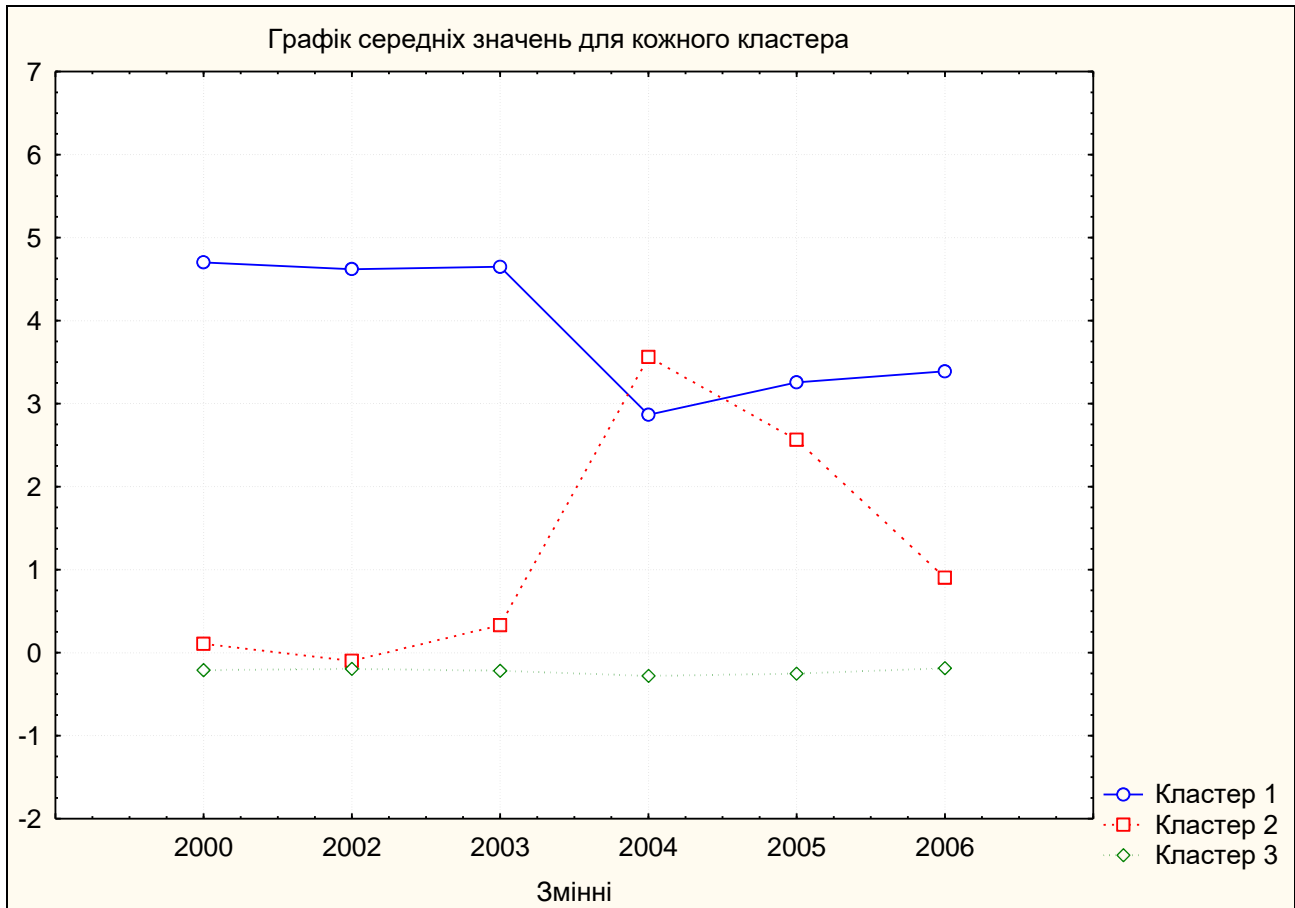


Рис. 1.4. Середні стандартизовані значення

1.3. Автоматизація кластерного аналізу за допомогою програмного пакету StatSoft Statistica 8.0

1.3.1. Алгоритм реалізації методу деревоподібної кластеризації кластерного аналізу

Для автоматизації методу деревоподібної кластеризації кластерного аналізу за допомогою програми *StatSoft Statistica 8.0* потрібно виконати такі дії:

1) завантажити програму (див. рис. 1.5):

Пуск → Програми → *STATISTICA 8.0* → *STATISTICA*;

2) створити файл із даними (див. рис. 1.6–1.7):

File (Файл) → *New* (Новий) → у рядку “*Number of variables*” увести кількість змінних → у рядку “*Number of cases*” увести кількість спостережень (випадків) → *OK* → заповнити створений файл даними;

3) стандартизувати дані (див. рис. 1.8):

виділити всі комірки з уведеними даними → *Data* (Дані) → *Standardize* (Стандартизувати) → *OK*;

4) вибрати метод кластерного аналізу (див. рис. 1.9):

виділити всі комірки зі стандартизованими даними → *Statistics* (Статистичні обчислення) → *Multivariate Exploratory Techniques* (Багатовимірні дослідницькі методи) → *Cluster Analysis* (Кластерний аналіз) → вибрати один із трьох методів кластерного аналізу (у нашому випадку – *Joining (tree clustering)*): *Joining (tree clustering)* – об’єднання (деревоподібна кластеризація), *K-means clustering* – К-середніх, *Two-way joining* – двохходове об’єднання → *OK*;

5) указати початкові параметри (див. рис. 1.10):

на вкладці “*Advanced*” заповнити вказані нижче рядки й натиснути “*OK*”:

у рядку “*Input file*” (Вхідний файл) вибрати одне з двох значень (у нашому випадку – *Raw data*):

- *Raw data* – неопрацьовані дані (типу “об’єкт-ознака”);
- *Distance matrix* – матриця відстані;

у рядку “*Cluster*” (Кластер) указати, що буде класифікуватись (у нашому випадку – *Cases (rows)*):

- *Variables (columns)* – змінні (колонки);
- *Cases (rows)* – спостереження (рядки);

у рядку “*Amalgamation (linkage) rule*” (Правило об’єднання) вибрати один із семи алгоритмів (у нашому випадку – *Single linkage*):

- *Single linkage* – одинарне об’єднання (метод ближнього сусіда);
- *Complete linkage* – повне об’єднання (метод найбільш віддаленого сусіда);
- *Unweighted pair-group average* – незважене попарне групове середнє;
- *Weighted pair-group average* – зважене попарне групове середнє;

- *Unweighted pair-group centroid* – незважений попарний груповий центроїд;

- *Weighted pair-group centroid (median)* – зважений попарний груповий центроїд (медіана);

- *Ward's method* – метод Варда (Уорда);

у рядку “*Distance measure*” (Міра відстані) вказати одну із семи відстаней (у нашому випадку – *Euclidean distances*):

- *Squared Euclidean distances* – квадрат евклідових відстаней;

- *Euclidean distances* – евклідові відстані;

- *City-block (Manhattan) distances* – відстані міських кварталів (Манхеттенські);

- *Chebyshev distance metric* – показник відстані Чебишева;

- *Power* – степенева відстань;

- *Percent disagreement* – процент незгоди;

- *1-Pearson* – коефіцієнт кореляції Пірсона;

у блоці “*MD (missing data) deletion*” (Вилучення відсутніх даних) поставити перемикач на одній із двох опцій (у нашому випадку – *Casewise*):

- *Casewise* – мудрий реєстр (видаляє рядки чи стовпці з відсутніми даними);

- *Mean substitution* – заміна середнім;

у рядку “*Batch processing and reporting*” (Обробка пакету даних і повідомлення) поставити за потреби прапорець;

б) ознайомитись із результатами (див. рис. 1.11–1.16):

Horizontal hierarchical tree plot – горизонтальний ієрархічний деревовидний графік;

Vertical icicle plot – вертикальний бурульковидний графік;

Amalgamation schedule – список об'єднання;

Graph of amalgamation schedule – графік списку об'єднання;

Distance matrix – матриця відстані;

Descriptive statistics – описові статистики (середнє і стандартне відхилення);

7) зберегти результати:

File (Файл) → *Save* (Зберегти) → у рядку “Ім'я файла” ввести назву → Зберегти.

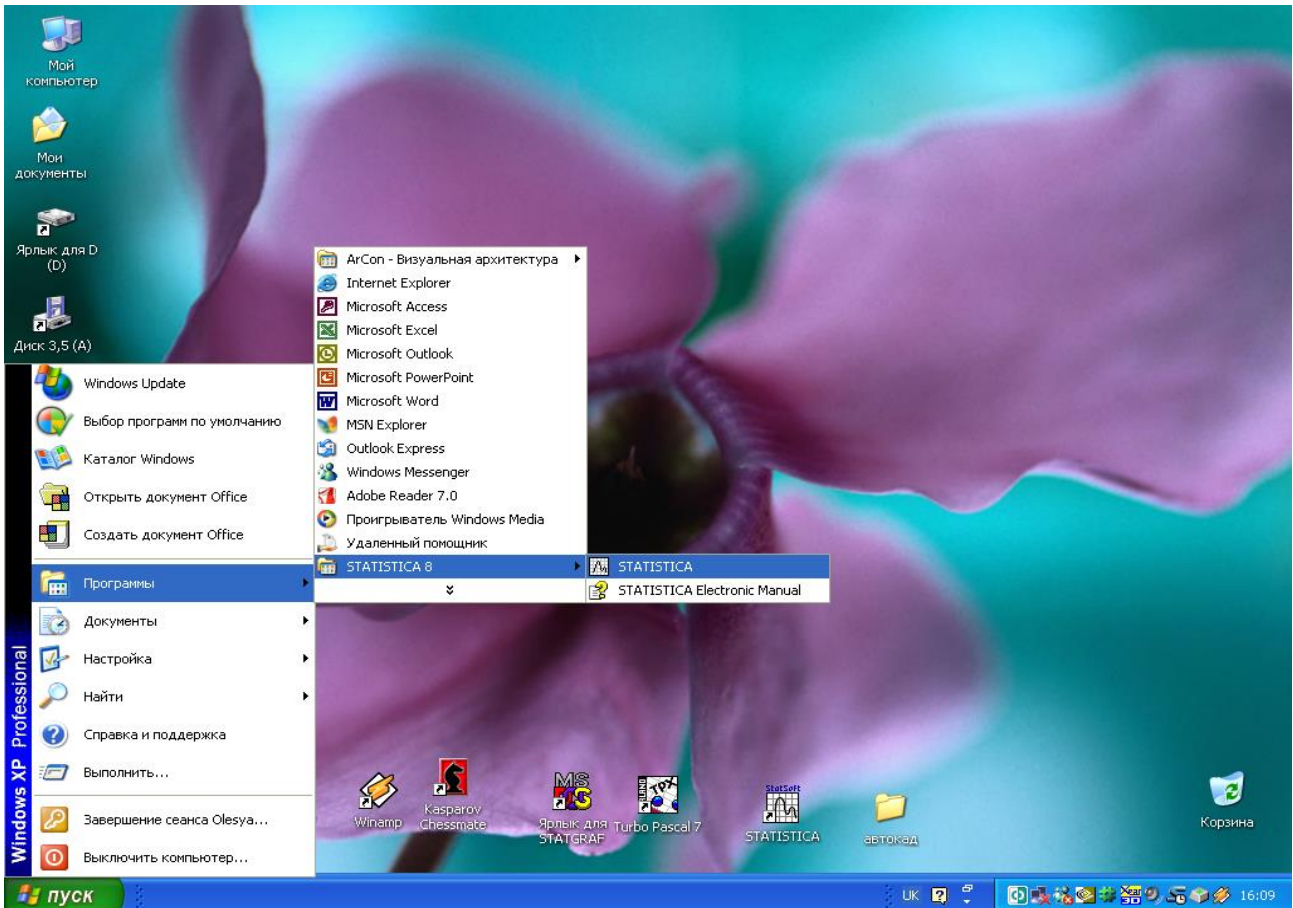


Рис. 1.5. Завантаження програми

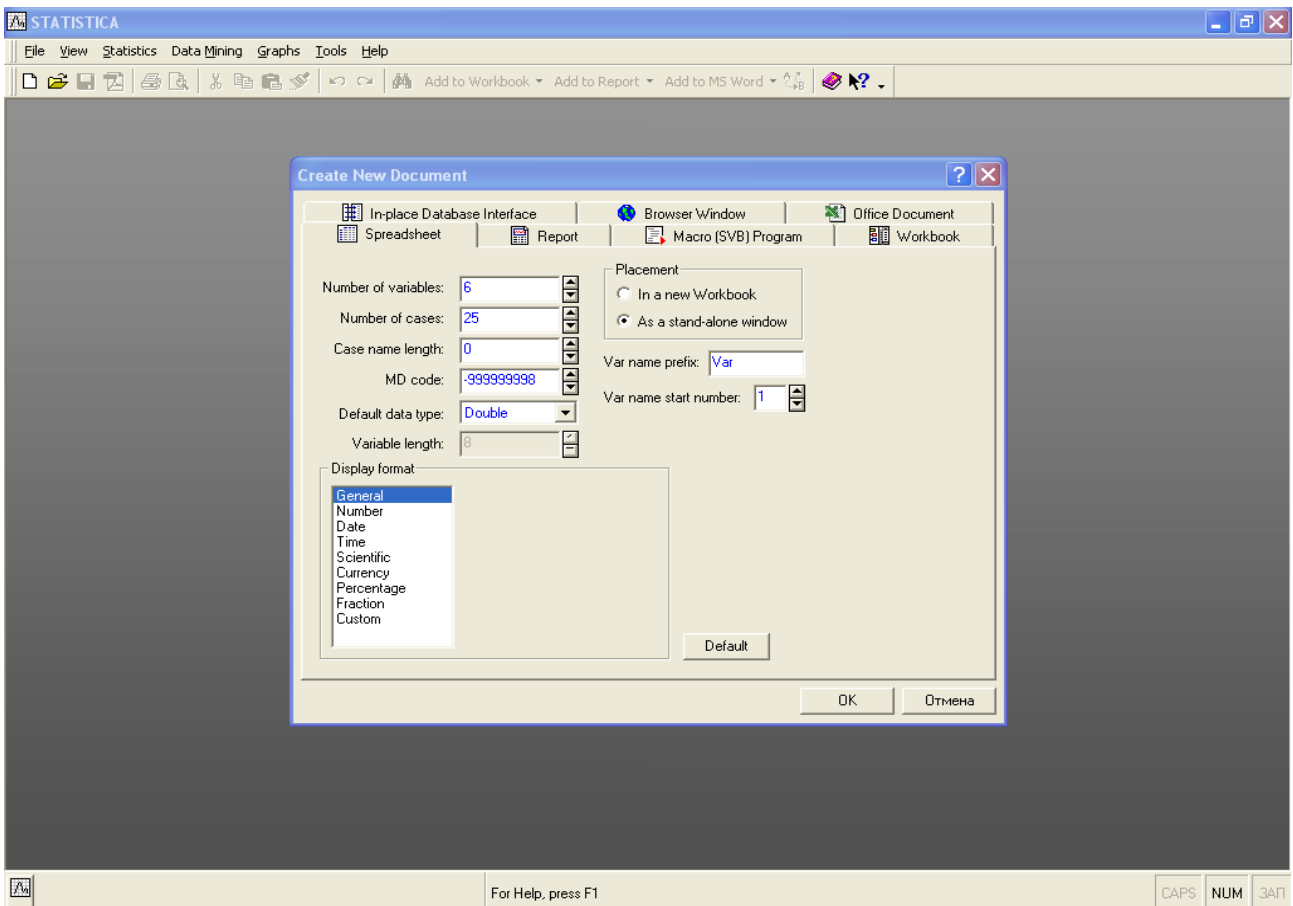


Рис. 1.6. Уведення кількості змінних та спостережень

STATISTICA - [Data: Spreadsheet1* (6v by 25c)]

Область України	1 2000	2 2002	3 2003	4 2004	5 2005	6 2006
АР Крим	86183,7	544070,2	349566,6	628012,9	944453,3	569615,3
Вінницька	58045,9	147676,7	95384,1	57570,7	54026,4	77154,3
Волинська	45260,6	400736,4	134679,7	416579,8	206823	1209410
Дніпропетровська	837441,2	1257579	1872104	2255518	2650430	4278261
Донецька	5923531	3284071	3777654	3143047	4935545	5206234
Житомирська	202764,1	247829,2	56608,8	128700,6	147812,4	230229,8
Закарпатська	51525,7	113896,8	402942,7	677412,8	100270,1	153769,2
Запорізька	550419,6	625649,7	1050892	2945947	3201468	3545380
Івано-Франківська	26747,6	25129,7	78897,1	161368,7	199995	156078,3
Київська	586883,4	699632,5	1323590	2495409	3295620	4096027
Кіровоградська	11510,2	37826,8	140437,5	248540,3	220297,9	475835,4
Луганська	296468,8	311021,4	571878	1278478	1449660	3848947
Львівська	151695,5	406498,3	393647,9	331218,2	343360,4	423592,2
Миколаївська	96388,3	335983	289831	399676,3	719781,7	418873,4
Одеська	26053,3	212642,6	481096,8	541433,8	2176907	2197220
Полтавська	674098,2	552814,8	189720,3	245805,2	349933,3	406632,5
Рівненська	106715,9	137320,7	37399,6	80109,6	55143	23084,6
Сумська	580048,4	898223,4	550418,9	620790,2	1243998	917448,1
Тернопільська	26432,6	68510	33746,1	37771,5	44092,5	12169,3
Харківська	1011015	1136325	647941,1	1450444	1903188	1953182
Херсонська	209643,2	372867,8	128797,3	154671,1	128282,4	158859,5
Хмельницька	111205,2	89433,4	83789,4	141687,6	189973,2	111172,4
Черкаська	172448,2	415210	19263,1	67031,5	103495,3	162307
Чернівецька	56880,1	54022,8	102924,5	86464,5	77841	88447,2
Чернігівська	248886,7	230717,7	68901,4	190295,1	252979,7	172776,3

For Help, press F1 | Spreadsheet1 | C25,V6 | 172776,3 | Set:OFF | Weight:OFF | CAPS | NUM | ЗАП

Рис. 1.7. Вхідні дані

STATISTICA - [Data: Spreadsheet1* (6v by 25c)]

Область України	1 2000	2 2002	3 2003	4 2004	5 2005	6 2006
АР Крим	-0,34253	0,059757	-0,20339	-0,1296	-0,04212	-0,4091
Вінницька	-0,36664	-0,53476	-0,51535	-0,72897	-0,71951	-0,71157
Волинська	-0,37759	-0,15522	-0,46713	-0,35175	-0,60327	-0,01615
Дніпропетровська	0,301194	1,129897	1,665258	1,580428	1,25571	1,868687
Донецька	4,659253	4,169284	4,003987	2,512959	2,994117	2,438634
Житомирська	-0,24263	-0,38455	-0,56294	-0,65423	-0,64816	-0,61755
Закарпатська	-0,37222	-0,58543	-0,13788	-0,0777	-0,68433	-0,66451
Запорізька	0,055257	0,182112	0,657364	2,305865	1,674913	1,418563
Івано-Франківська	-0,39346	-0,71856	-0,53559	-0,61991	-0,60847	-0,66309
Київська	0,086501	0,293074	0,992053	1,832482	1,748539	1,756762
Кіровоградська	-0,40651	-0,69952	-0,46006	-0,52831	-0,59302	-0,4667
Луганська	-0,16234	-0,28978	0,069459	0,553847	0,342221	1,60501
Львівська	-0,28639	-0,14658	-0,14929	-0,44144	-0,4994	-0,49879
Миколаївська	-0,33378	-0,25234	-0,2767	-0,36952	-0,21304	-0,50169
Одеська	-0,39405	-0,43733	-0,04196	-0,22057	0,895476	0,590545
Полтавська	0,161232	0,072872	-0,39957	-0,53119	-0,4944	-0,5092
Рівненська	-0,32493	-0,5503	-0,58652	-0,70529	-0,71866	-0,74477
Сумська	0,080645	0,590926	0,043121	-0,13719	0,185763	-0,19547
Тернопільська	-0,39373	-0,6535	-0,591	-0,74977	-0,72707	-0,75148
Харківська	0,449922	0,948036	0,162813	0,734532	0,687243	0,440661
Херсонська	-0,23674	-0,19702	-0,47435	-0,62694	-0,66302	-0,66138
Хмельницька	-0,32109	-0,62212	-0,52958	-0,64059	-0,61609	-0,69067
Черкаська	-0,26861	-0,13351	-0,60878	-0,71903	-0,68188	-0,65927
Чернівецька	-0,36764	-0,67523	-0,5061	-0,69661	-0,70139	-0,70463
Чернігівська	-0,20311	-0,41022	-0,54786	-0,58951	-0,58816	-0,65284

Clustering Method: S... | For Help, press F1 | Spreadsheet1 | C1,V1 | -3,4252743977E-01 | Set:OFF | Weight:OFF | CAPS | NUM | ЗАП

Рис. 1.8. Стандартизовані дані

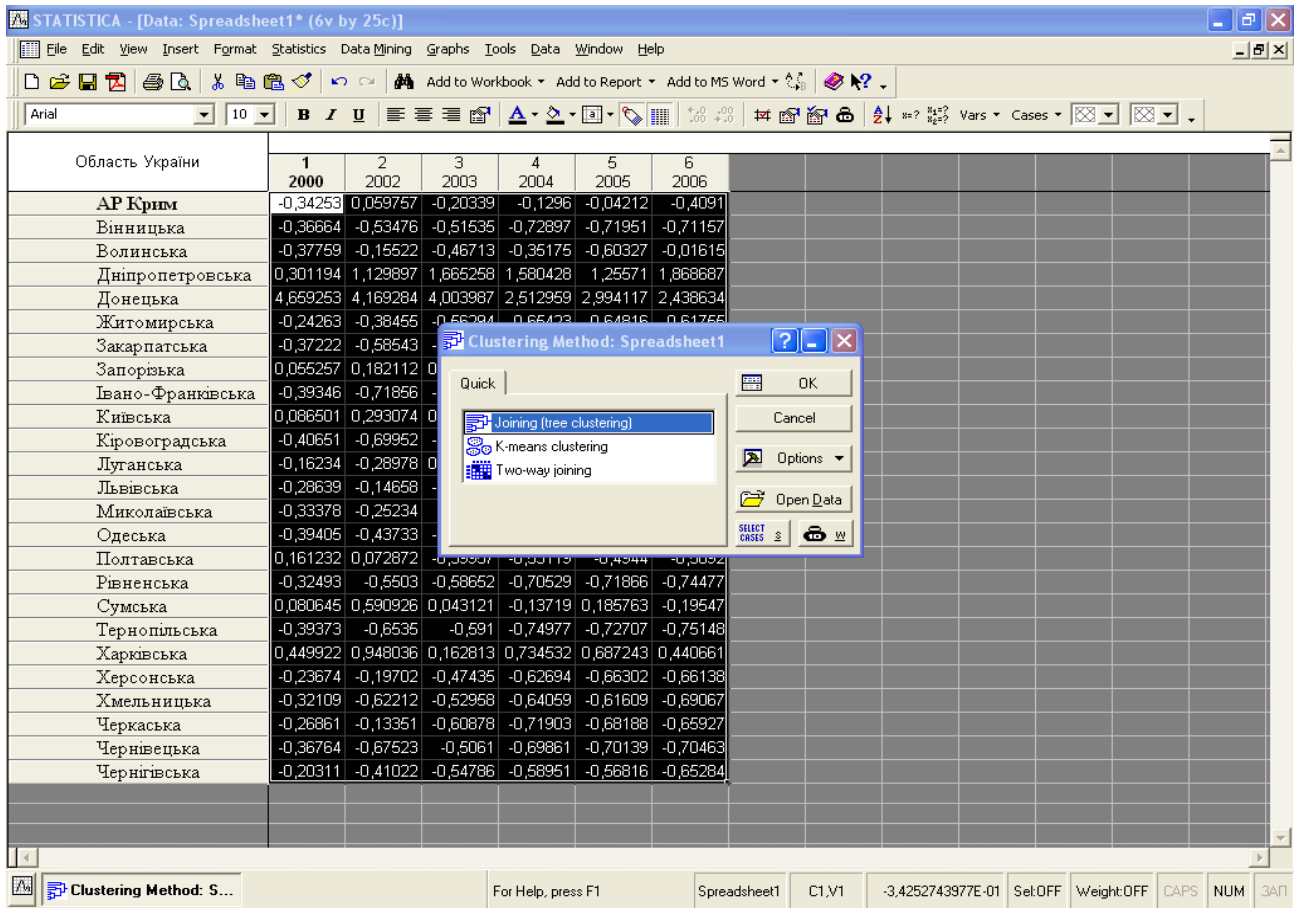


Рис. 1.9. Вибір методу кластерного аналізу

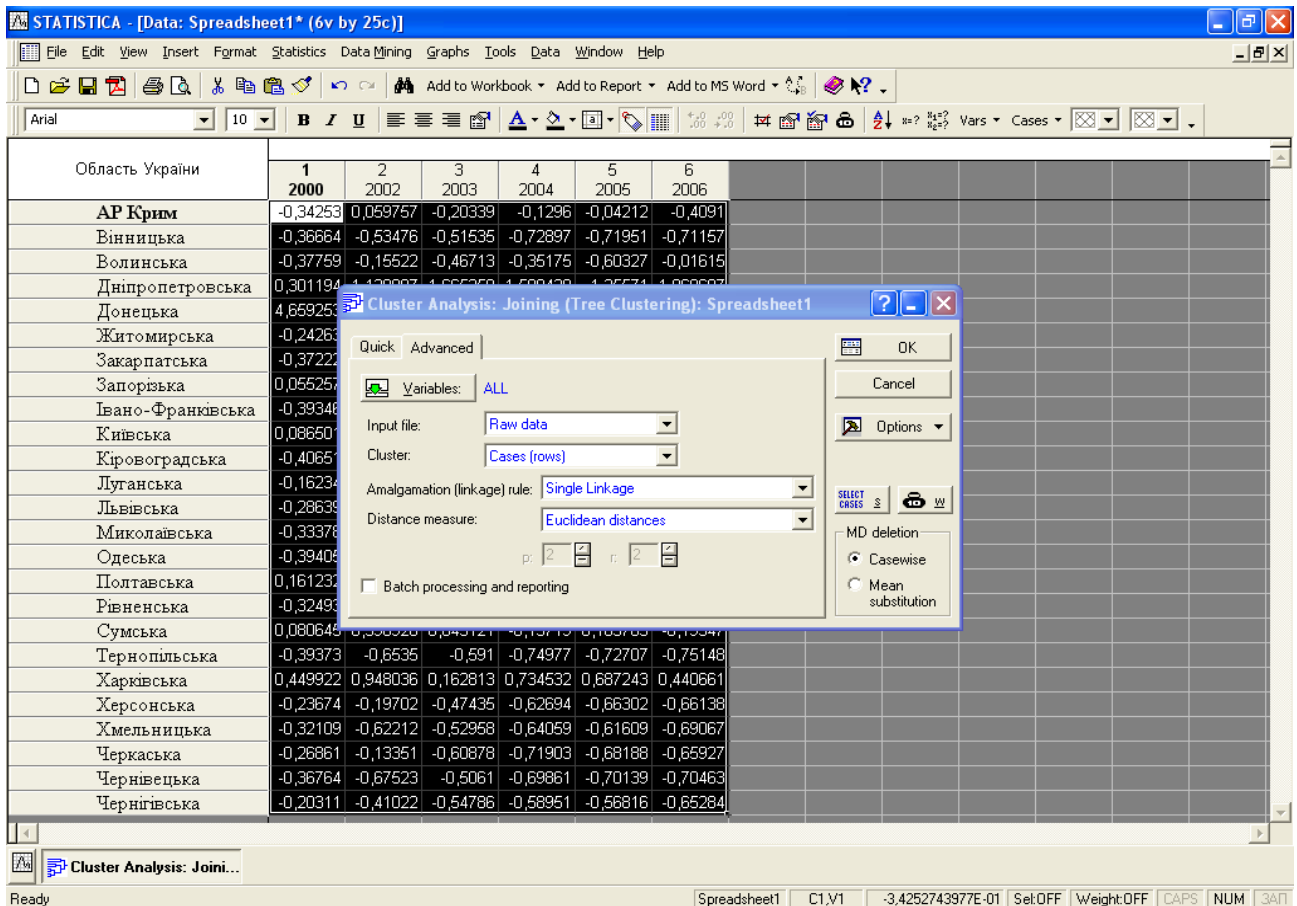


Рис. 1.10. Уведення початкових параметрів

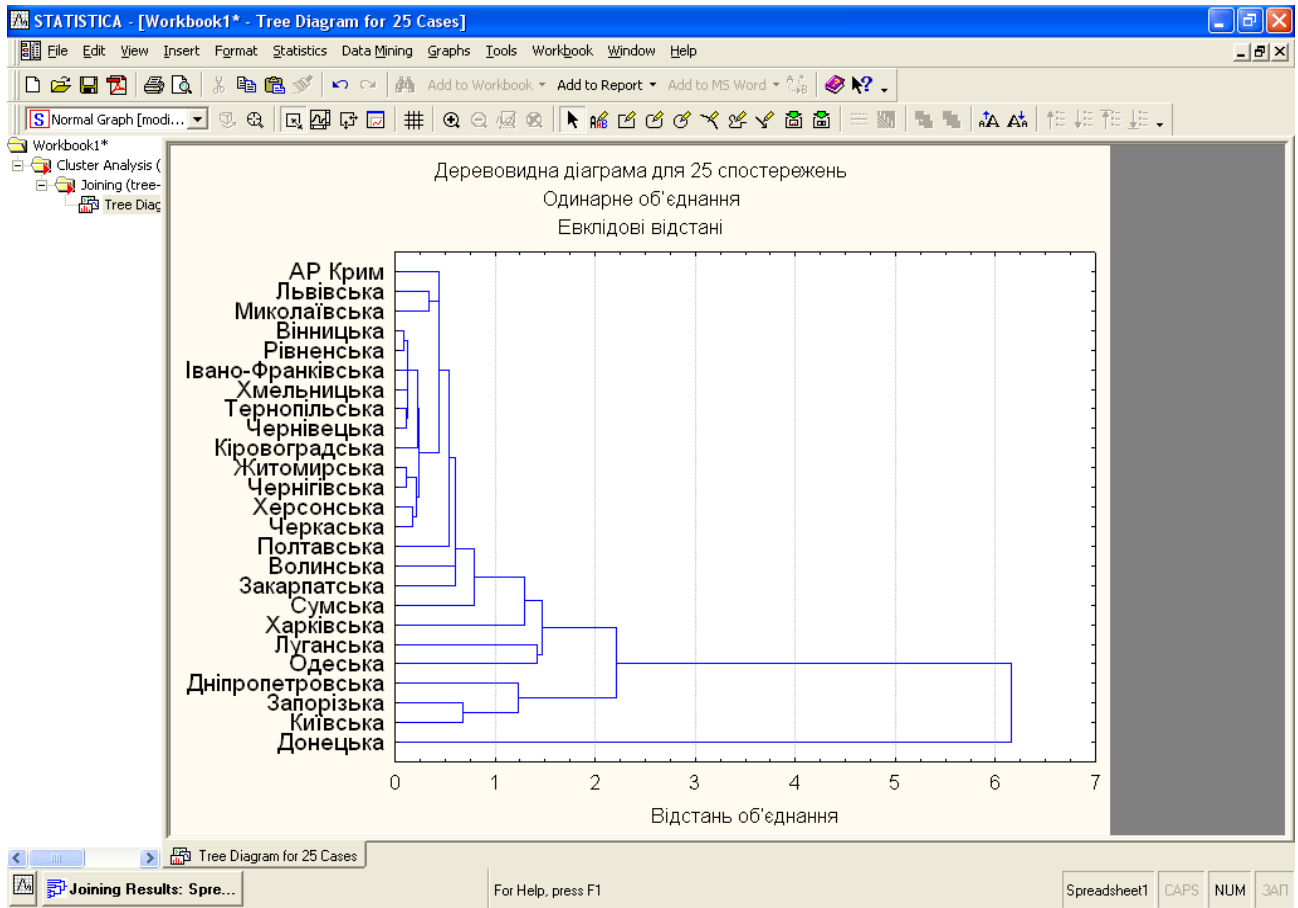


Рис. 1.11. Горизонтальний ієрархічний деревовидний графік

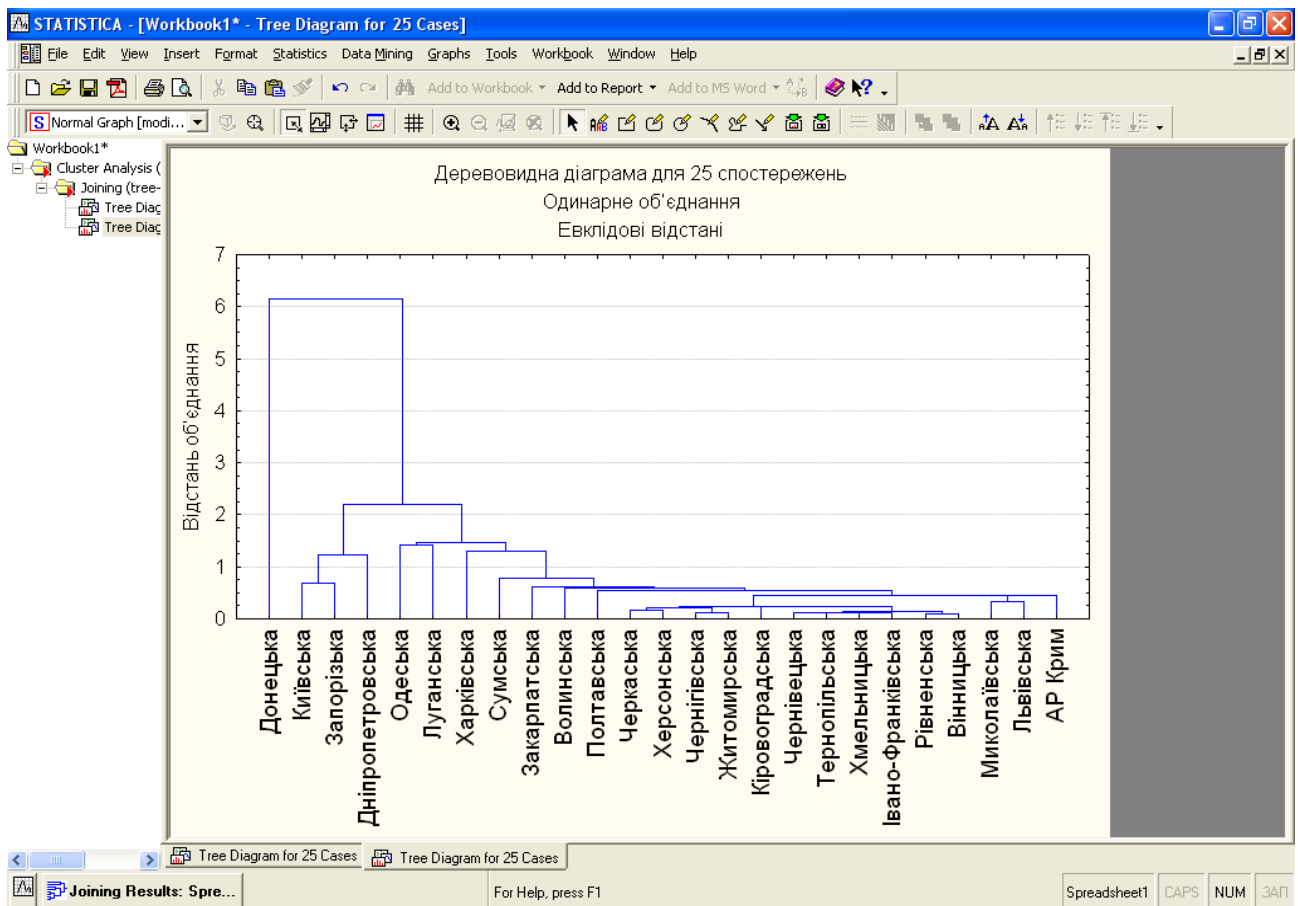


Рис. 1.12. Вертикальний бурульковидний графік

STATISTICA - [Workbook1* - Amalgamation Schedule (Spreadsheet1)]

File Edit View Insert Format Statistics Data Mining Graphs Tools Data Workbook Window Help

Workbook1*

Cluster Analysis (Joining (tree- Tree Diag Tree Diag Amalgam.

Список об'єднання
Одинарне об'єднання
Евклідові відстані

Відстань об'єднання	Obj. No. 1	Obj. No. 2	Obj. No. 3	Obj. No. 4	Obj. No. 5	Obj. No. 6
,0933239	Вінницька	Рівненська				
,1176139	Тернопільська	Чернівецька				
,1195103	Житомирська	Чернігівська				
,1257822	Івано-Франківська	Хмельницька				
,1279743	Івано-Франківська	Хмельницька	Тернопільська	Чернівецька		
,1322799	Вінницька	Рівненська	Івано-Франківська	Хмельницька	Тернопільська	Чернівецька
,1787755	Херсонська	Черкаська				
,2143388	Житомирська	Чернігівська	Херсонська	Черкаська		
,2311589	Вінницька	Рівненська	Івано-Франківська	Хмельницька	Тернопільська	Чернівецька
,2419978	Вінницька	Рівненська	Івано-Франківська	Хмельницька	Тернопільська	Чернівецька
,3418370	Львівська	Миколаївська				
,4451953	АР Крим	Львівська	Миколаївська			
,4452986	АР Крим	Львівська	Миколаївська	Вінницька	Рівненська	Івано-Франківська
,5455030	АР Крим	Львівська	Миколаївська	Вінницька	Рівненська	Івано-Франківська
,6009864	АР Крим	Львівська	Миколаївська	Вінницька	Рівненська	Івано-Франківська
,6070543	АР Крим	Львівська	Миколаївська	Вінницька	Рівненська	Івано-Франківська
,6847664	Запорізька	Київська				
,7871519	АР Крим	Львівська	Миколаївська	Вінницька	Рівненська	Івано-Франківська
1,231480	Дніпропетровська	Запорізька	Київська			
1,301639	АР Крим	Львівська	Миколаївська	Вінницька	Рівненська	Івано-Франківська
1,422260	Луганська	Одеська				
1,470530	АР Крим	Львівська	Миколаївська	Вінницька	Рівненська	Івано-Франківська
2,209721	АР Крим	Львівська	Миколаївська	Вінницька	Рівненська	Івано-Франківська
6,157655	АР Крим	Львівська	Миколаївська	Вінницька	Рівненська	Івано-Франківська

Tree Diagram for 25 Cases Amalgamation Schedule (Spreadsheet1)

Joining Results: Spre... For Help, press F1 Spreadsheet1 CAPS NUM ЗАП

Рис. 1.13. Список об'єднання

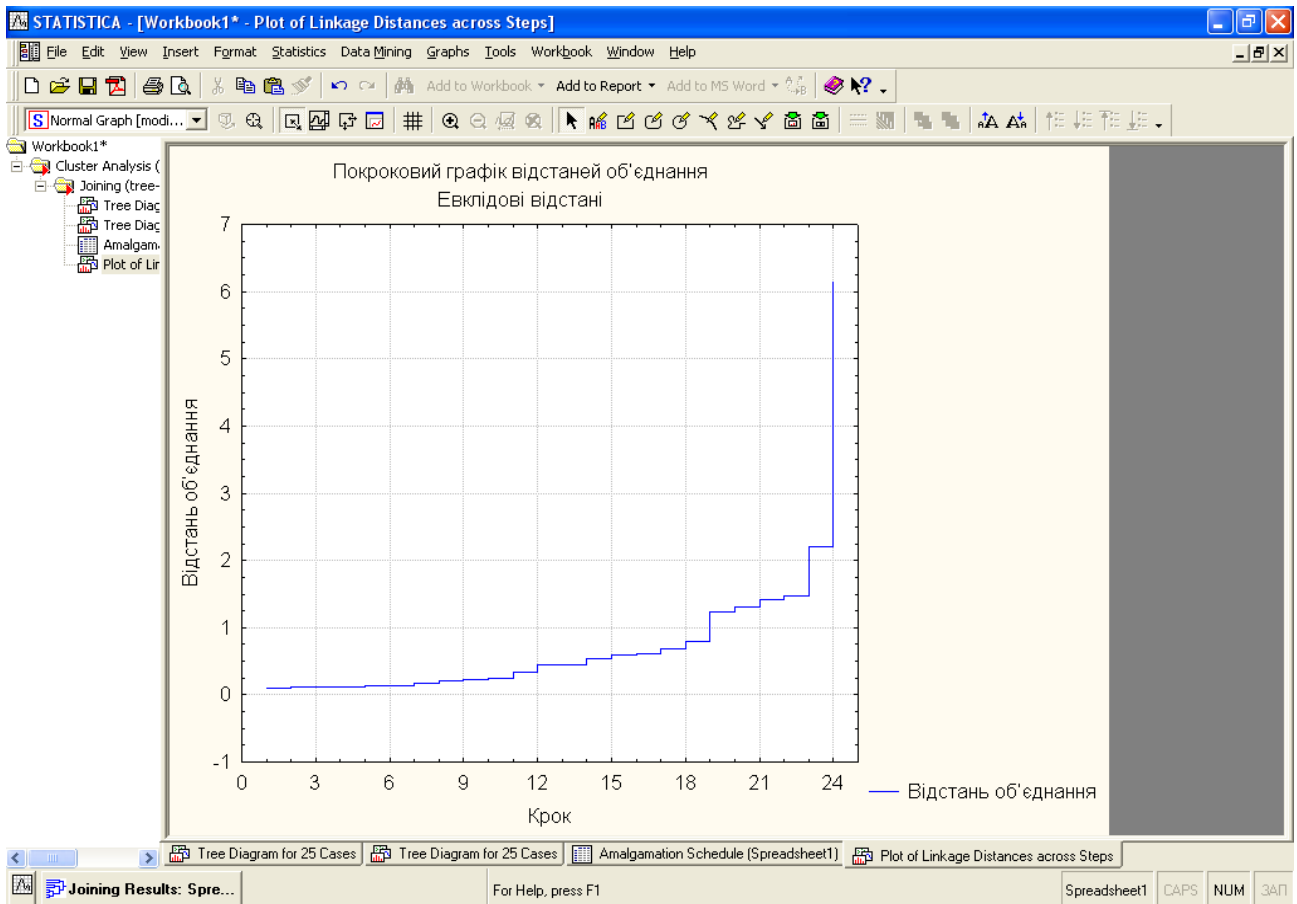


Рис. 1.14. Графік списку об'єднання

STATISTICA - [Workbook1* - Euclidean distances (Spreadsheet1)]

File Edit View Insert Format Statistics Data Mining Graphs Tools Data Workbook Window Help

Workbook1*

Cluster Analysis ()
Joining (tree-)
Tree Diag
Tree Diag
Amalgam-
Plot of Lir
Euclidean

Спостереження	Евклідові відстані							
	АР Крим	Вінницька	Волинська	Дніпропетр овська	Донецька	Житомирсь ка	Закарпатсь ка	Запорізь
АР Крим	0,00	1,2	0,80	3,85	9,2	1,01	0,95	
Вінницька	1,17	0,0	0,89	4,89	10,1	0,24	0,76	
Волинська	0,80	0,9	0,00	4,17	9,6	0,73	0,89	
Дніпропетровська	3,85	4,9	4,17	0,00	6,2	4,73	4,42	
Донецька	9,16	10,1	9,55	6,16	0,0	9,91	9,74	
Житомирська	1,01	0,2	0,73	4,73	9,9	0,00	0,76	
Закарпатська	0,95	0,8	0,89	4,42	9,7	0,76	0,00	
Запорізька	3,62	4,6	3,98	1,70	7,1	4,49	4,12	
Івано-Франківська	1,16	0,2	0,90	4,84	10,1	0,37	0,69	
Київська	3,66	4,7	4,00	1,23	6,9	4,53	4,20	
Кіровоградська	1,05	0,4	0,73	4,66	10,0	0,42	0,61	
Луганська	2,21	2,9	2,17	2,60	8,4	2,79	2,60	
Львівська	0,60	0,7	0,60	4,25	9,5	0,56	0,63	
Миколаївська	0,45	0,8	0,66	4,20	9,5	0,63	0,68	
Одеська	1,47	2,2	1,70	3,30	8,9	2,08	2,03	
Полтавська	0,82	0,9	0,80	4,31	9,3	0,67	1,03	
Рівненська	1,19	0,1	0,92	4,92	10,1	0,24	0,78	
Сумська	0,79	1,8	1,31	3,37	8,4	1,60	1,61	
Тернопільська	1,28	0,2	0,99	5,00	10,2	0,36	0,82	
Харківська	1,88	3,0	2,31	2,32	7,4	2,76	2,62	
Херсонська	0,92	0,4	0,72	4,65	9,8	0,21	0,76	
Хмельницька	1,11	0,2	0,87	4,82	10,1	0,27	0,69	
Черкаська	1,01	0,4	0,77	4,75	9,9	0,27	0,92	
Чернівецька	1,22	0,1	0,94	4,91	10,1	0,34	0,73	

Tree Diagram for 25 Cases Amalgamation Schedule (Spreadsheet1) Plot of Linkage Distances across Steps Euclidean distances (Spreadsheet1)

Joining Results: Spre... For Help, press F1 Spreadsheet1 CAPS NUM ЗАП

Рис. 1.15. Матриця відстані

STATISTICA - [лаб 1 - Means and Standard Deviations (Spreadsheet1)]

File Edit View Insert Format Statistics Data Mining Graphs Tools Data Workbook Window Help

лаб 1

Cluster Analysis ()
Joining (tree-)
Tree Diag
Tree Diag
Amalgam-
Plot of Lir
Euclidean
Means :

Спостереження	Середні значення і стандартні відхилення	
	Mean	Std. Dev.
АР Крим	-0,177830	0,178021
Вінницька	-0,596133	0,147751
Волинська	-0,328519	0,212252
Дніпропетровська	1,300196	0,559280
Донецька	3,463039	0,937473
Житомирська	-0,518346	0,167967
Закарпатська	-0,420345	0,266859
Запорізька	1,049012	0,894478
Івано-Франківська	-0,589845	0,113751
Київська	1,117902	0,784081
Кіровоградська	-0,525688	0,106534
Луганська	0,353069	0,688058
Львівська	-0,336982	0,165841
Миколаївська	-0,324511	0,103367
Одеська	0,065352	0,551713
Полтавська	-0,283377	0,314653
Рівненська	-0,605079	0,157660
Сумська	0,094632	0,281198
Тернопільська	-0,644425	0,137967
Харківська	0,570534	0,275926
Херсонська	-0,476575	0,213169
Хмельницька	-0,570023	0,132647
Черкаська	-0,511845	0,247089
Чернівецька	-0,608933	0,140672
Чернігівська	-0,495282	0,163936

Means and Standard Deviations (Spreadsheet1) For Help, press F1 CAPS NUM ЗАП

Рис. 1.16. Описові статистики

1.3.2. Алгоритм реалізації методу К-середніх кластерного аналізу

Для автоматизації методу К-середніх кластерного аналізу за допомогою програми *StatSoft Statistica 8.0* потрібно виконати такі дії:

1) завантажити програму (див. рис. 1.5):

Пуск → Програми → *STATISTICA 8.0* → *STATISTICA*;

2) створити файл із даними (див. рис. 1.6, 1.17):

File (Файл) → *New* (Новий) → у рядку “*Number of variables*” увести кількість змінних → у рядку “*Number of cases*” увести кількість спостережень (випадків) → *OK* → заповнити створений файл даними;

3) стандартизувати дані (див. рис. 1.18):

виділити всі комірки з уведеними даними → *Data* (Дані) → *Standardize* (Стандартизувати) → *OK*;

4) вибрати метод кластерного аналізу (див. рис. 1.19):

виділити всі комірки зі стандартизованими даними → *Statistics* (Статистичні обчислення) → *Multivariate Exploratory Techniques* (Багатовимірні дослідницькі методи) → *Cluster Analysis* (Кластерний аналіз) → вибрати один із трьох методів кластерного аналізу (у нашому випадку – *K-means clustering*): *Joining (tree clustering)* – об’єднання (деревоподібна кластеризація), *K-means clustering* – К-середніх, *Two-way joining* – двохходове об’єднання → *OK*;

5) указати початкові параметри (див. рис. 1.20):

на вкладці “*Advanced*” заповнити вказані нижче рядки й натиснути “*OK*”:

у рядку “*Cluster*” (Кластер) указати, що буде класифікуватись (у нашому випадку – *Cases (rows)*):

- *Variables (columns)* – змінні (колонки);
- *Cases (rows)* – спостереження (рядки);

у рядку “*Number of clusters*” увести кількість кластерів (за замовчуванням – 2, у нашому випадку – 3);

у рядку “*Number of iterations*” увести кількість ітерацій (за замовчуванням – 10);

у блоці “*Initial cluster centers*” (Центри початкового кластера) поставити перемикач на одній із трьох опцій (у нашому випадку – *Choose observations ...*):

- *Choose observations to maximize initial between-cluster distances* – вибрати спостереження для максимізації початкових міжгрупових дистанцій;

- *Sort distances and take observations at constant intervals* – відсортувати відстані й узяти спостереження в постійних інтервалах;

- *Choose the first N (Number of clusters) observations* – вибрати перших *N* (кількість кластерів) спостережень; у блоці “*MD (missing data) deletion*” (Вилучення відсутніх даних) поставити перемикач на одній із двох опцій (у нашому випадку – *Casewise*):

- *Casewise* – мудрий реєстр (видаляє рядки чи стовпці з відсутніми даними);

- *Mean substitution* – заміна середнім; у рядку “*Batch processing and reporting*” (Обробка пакета даних і повідомлення) поставити за потреби прапорець;

б) ознайомитись із результатами (див. рис. 1.21–1.26):

Summary: cluster means & Euclidean distances – відомість: середні значення кластера і евклідові відстані;

Analysis of variance – дисперсійний аналіз;

Graph of means – графік середніх значень;

Descriptive statistics for each cluster – описова статистика для кожного кластера;

Members of each cluster & distances – члени кожного кластера й відстані;

7) зберегти результати:

File (Файл) → *Save* (Зберегти) → у рядку “Ім’я файла” ввести назву → Зберегти.

STATISTICA - [Data: лаб 2-1 (6v by 25c)]

Область України	1 2000	2 2002	3 2003	4 2004	5 2005	6 2006
АР Крим	50181,9	127435,3	32930,3	123076,5	353584,9	134114,6
Вінницька	23818	27306,7	16325,7	10435,3	12725,5	8883,3
Волинська	23396,2	22895,7	1029,5	62	3716,3	1424,9
Дніпропетровська	200256,9	382420,4	407054,3	639920,9	844092,8	1196492
Донецька	1679816	2129638	2471108	2213666	3323371	3389267
Житомирська	33407,3	45640,3	9527,6	18159,8	25285,7	19982
Закарпатська	18406,2	7152,9	23683,1	105849	79308,9	102381,1
Запорізька	156110,5	134598,1	353688,7	2673581	2723168	1277381
Івано-Франківська	6710	7388,2	35687,8	58632,5	53569,3	44690,9
Київська	108781,9	65817,9	196365,4	319285,9	701516,5	479373,3
Кіровоградська	772,1	7182	54799,4	29214,1	31650,1	394569,2
Луганська	88147	16886,7	67596,8	267693,7	200395,6	2257324
Львівська	15441,2	48354,4	148712	136061	62162,8	69402,3
Миколаївська	23245,3	84363	128167,1	192790,8	515480,8	230326,5
Одеська	0	45203,6	75174,6	93725,5	1688550	1757112
Полтавська	23927,9	296027,9	91856,5	133293,4	243819,8	288522,3
Рівненська	2072,7	21460,4	6476,1	40116,2	14638,4	3898
Сумська	206437,9	422207	404884,9	453408,2	1058955	704478,5
Тернопільська	1818,3	10349	14038,6	7731,4	4364	361
Харківська	209256,8	186248,9	124902,3	275000,7	368697,8	183093,1
Херсонська	11051	164932,8	47875,2	60906,5	57911	56323,5
Хмельницька	45124,7	41408,8	26448,5	42125,3	36759,8	2949,2
Черкаська	37271,7	46796	3442	4023,3	5197,5	81802,5
Чернівецька	9276,6	13564,3	10862,5	17822	12321,5	12272,5
Чернігівська	48870	66207,3	23542,7	67867,9	73575,2	100598,9

Рис. 1.17. Вхідні дані

STATISTICA - [Data: лаб 2-1* (6v by 25c)]

Область України	1 2000	2 2002	3 2003	4 2004	5 2005	6 2006
АР Крим	-0,21339	-0,11689	-0,32247	-0,29695	-0,16862	-0,44507
Вінницька	-0,2929	-0,35371	-0,35633	-0,46734	-0,56172	-0,59261
Волинська	-0,29417	-0,36414	-0,38753	-0,48304	-0,57211	-0,6014
Дніпропетровська	0,239179	0,486179	0,440534	0,484892	0,397073	0,80658
Донецька	4,700985	4,618579	4,650049	2,865531	3,256366	3,390018
Житомирська	-0,26398	-0,31035	-0,3702	-0,45566	-0,54724	-0,57954
Закарпатська	-0,30922	-0,40138	-0,34133	-0,32301	-0,48493	-0,48246
Запорізька	0,10605	-0,09995	0,331698	3,561254	2,564166	0,901881
Івано-Франківська	-0,34449	-0,40082	-0,31685	-0,39444	-0,51462	-0,55042
Київська	-0,03668	-0,26263	0,010846	-0,00014	0,232643	-0,0383
Кіровоградська	-0,36239	-0,40131	-0,27787	-0,43894	-0,5399	-0,13821
Луганська	-0,0989	-0,37836	-0,25177	-0,07818	-0,34529	2,056409
Львівська	-0,31816	-0,30393	-0,08634	-0,27731	-0,50471	-0,52131
Миколаївська	-0,29462	-0,21877	-0,12624	-0,19149	0,018093	-0,33172
Одеська	-0,36472	-0,31138	-0,23632	-0,34135	1,370966	1,46708
Полтавська	-0,29256	0,281849	-0,20229	-0,28149	-0,29521	-0,26315
Рівненська	-0,35847	-0,36754	-0,37642	-0,42245	-0,55952	-0,59848
Сумська	0,257819	0,580279	0,436109	0,20275	0,644868	0,226911
Тернопільська	-0,35924	-0,39382	-0,361	-0,47143	-0,57137	-0,60265
Харківська	0,266319	0,022207	-0,1349	-0,06713	-0,15119	-0,38736
Херсонська	-0,3314	-0,02821	-0,29199	-0,391	-0,50961	-0,53672
Хмельницька	-0,22864	-0,32036	-0,33569	-0,41941	-0,534	-0,5996
Черкаська	-0,25232	-0,30762	-0,38261	-0,47704	-0,5704	-0,5067
Чернівецька	-0,33675	-0,38621	-0,36748	-0,45617	-0,56219	-0,58862
Чернігівська	-0,21735	-0,26171	-0,34162	-0,38046	-0,49155	-0,48456

Рис. 1.18. Стандартизовані дані

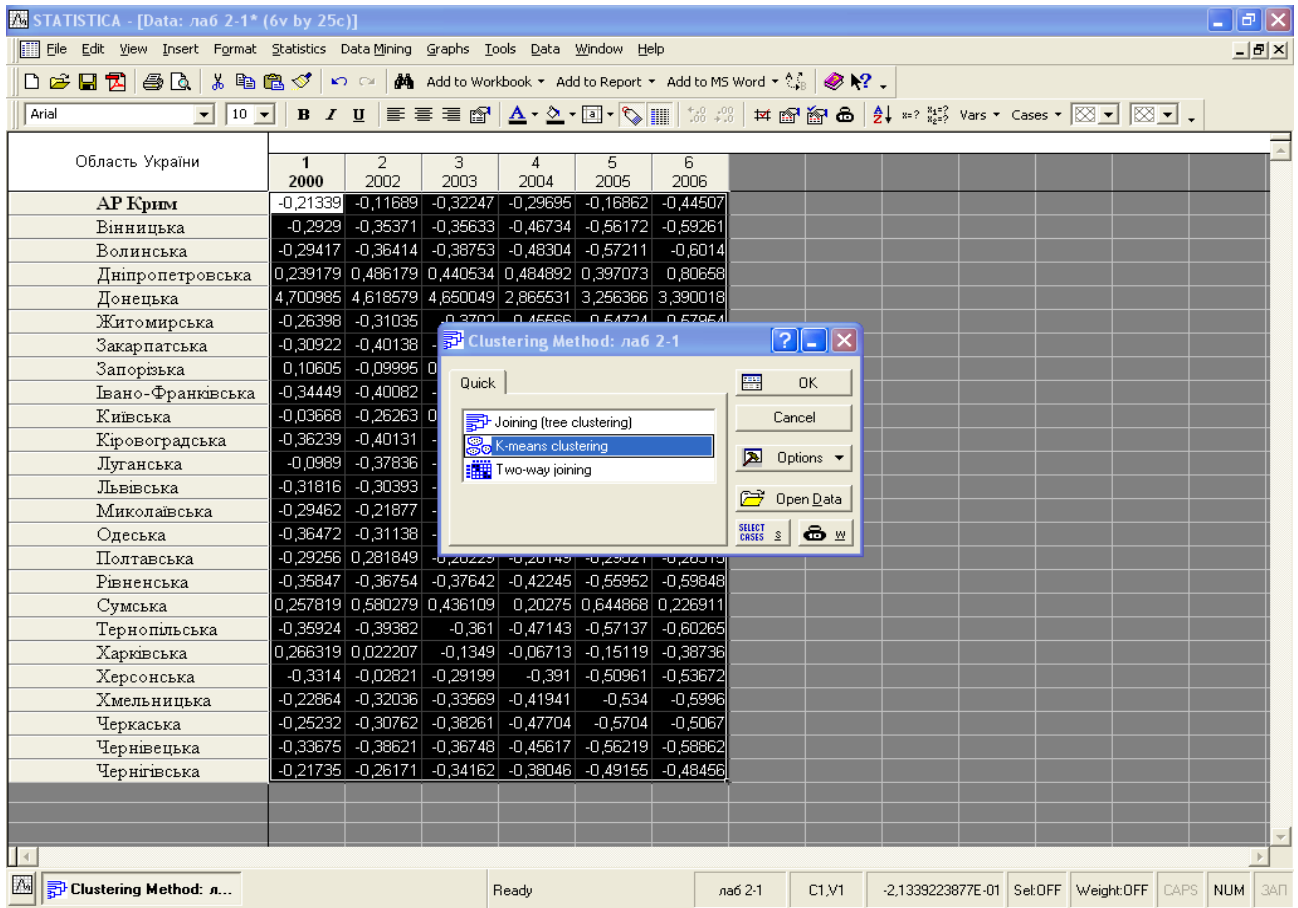


Рис. 1.19. Вибір методу кластерного аналізу

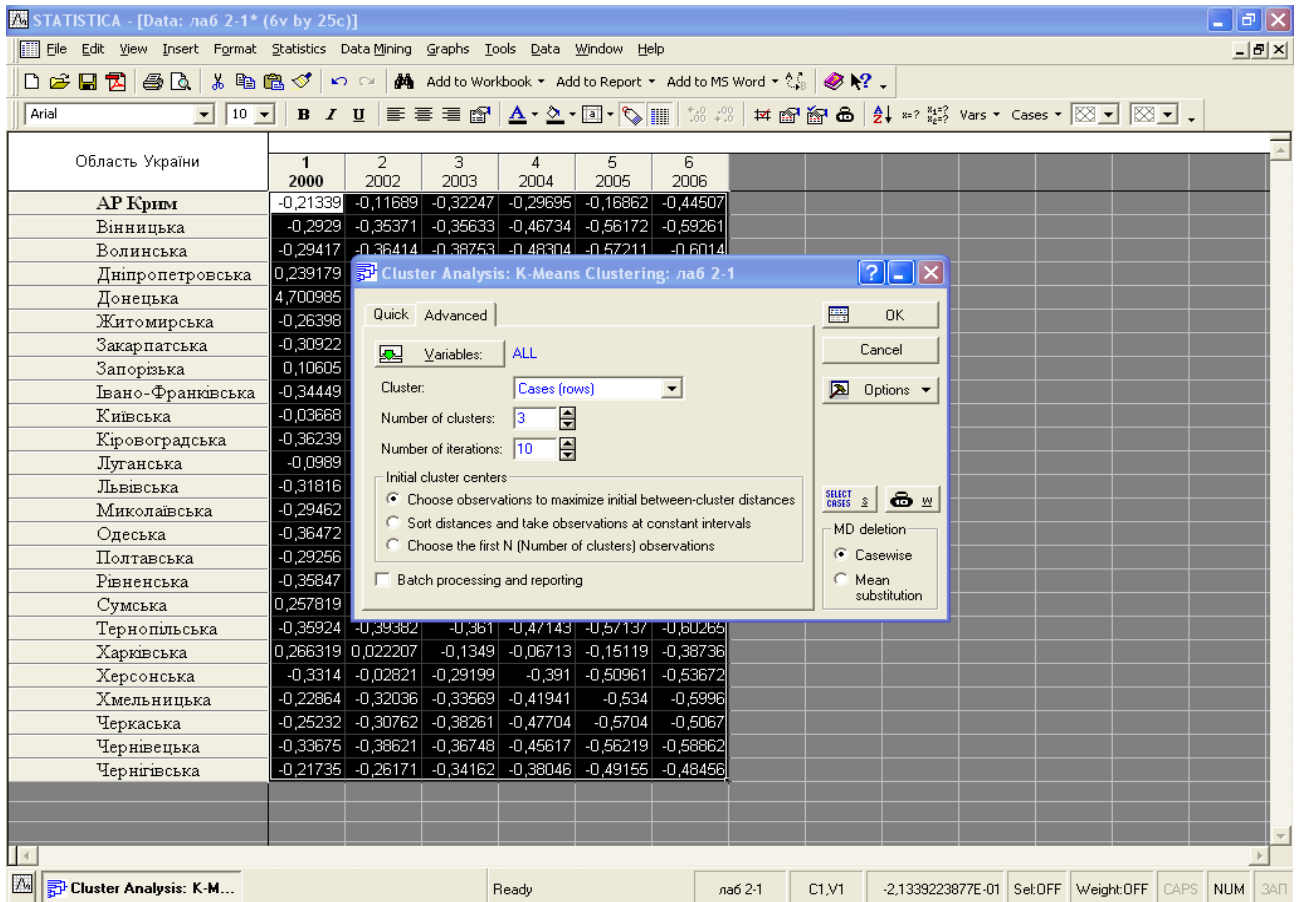


Рис. 1.20. Уведення початкових параметрів

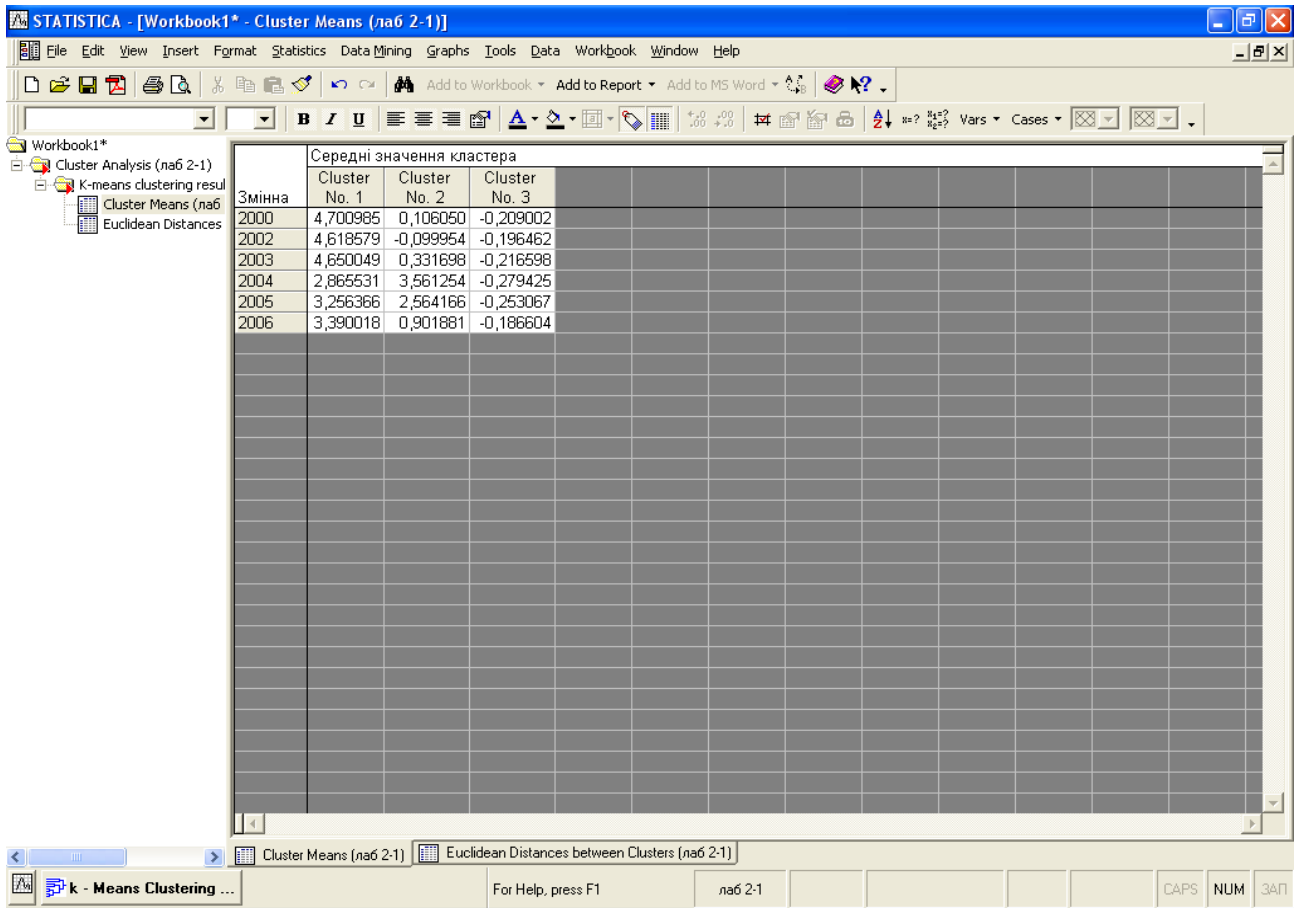


Рис. 1.21. Середні значення кластера

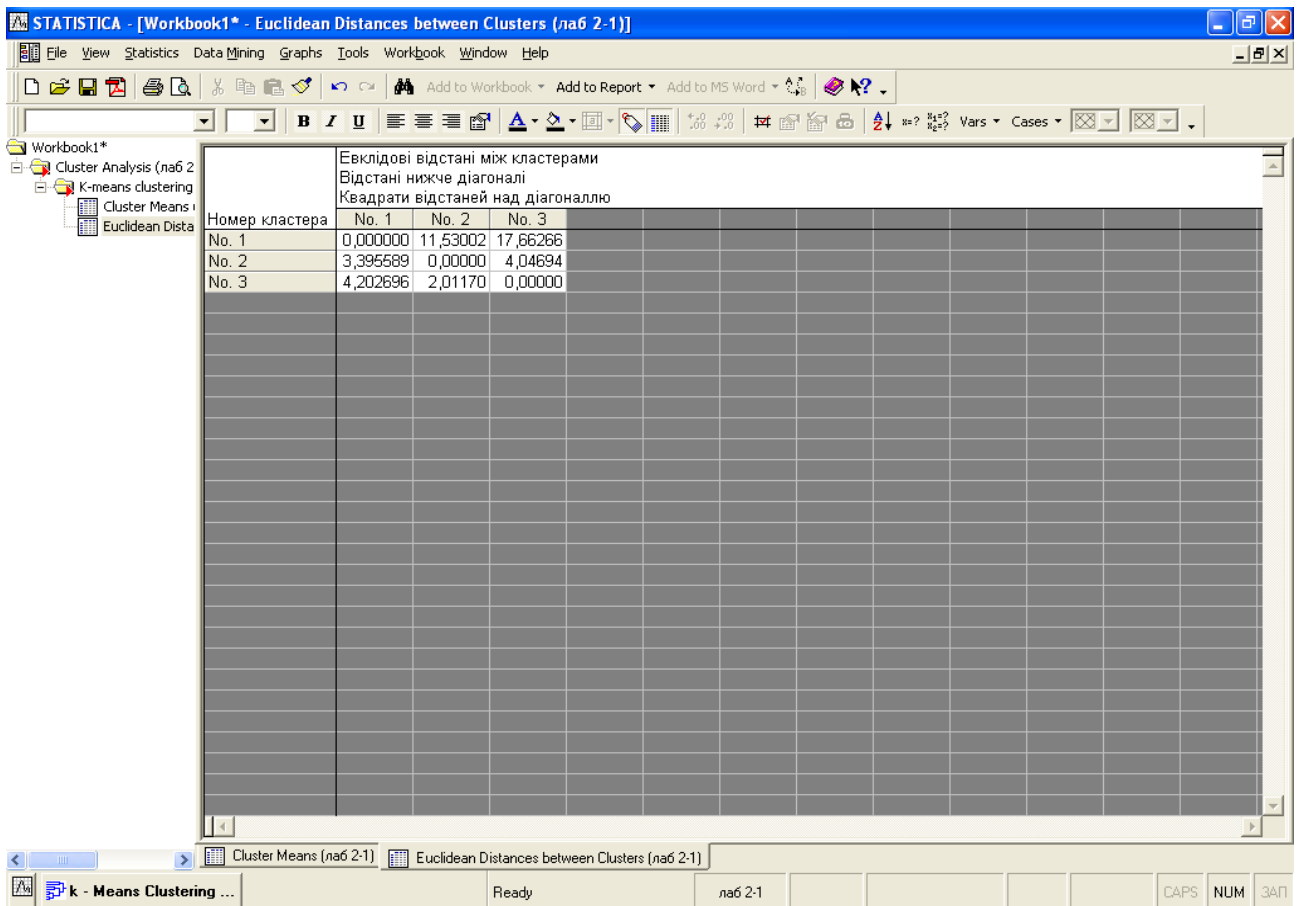


Рис. 1.22. Евклідові відстані

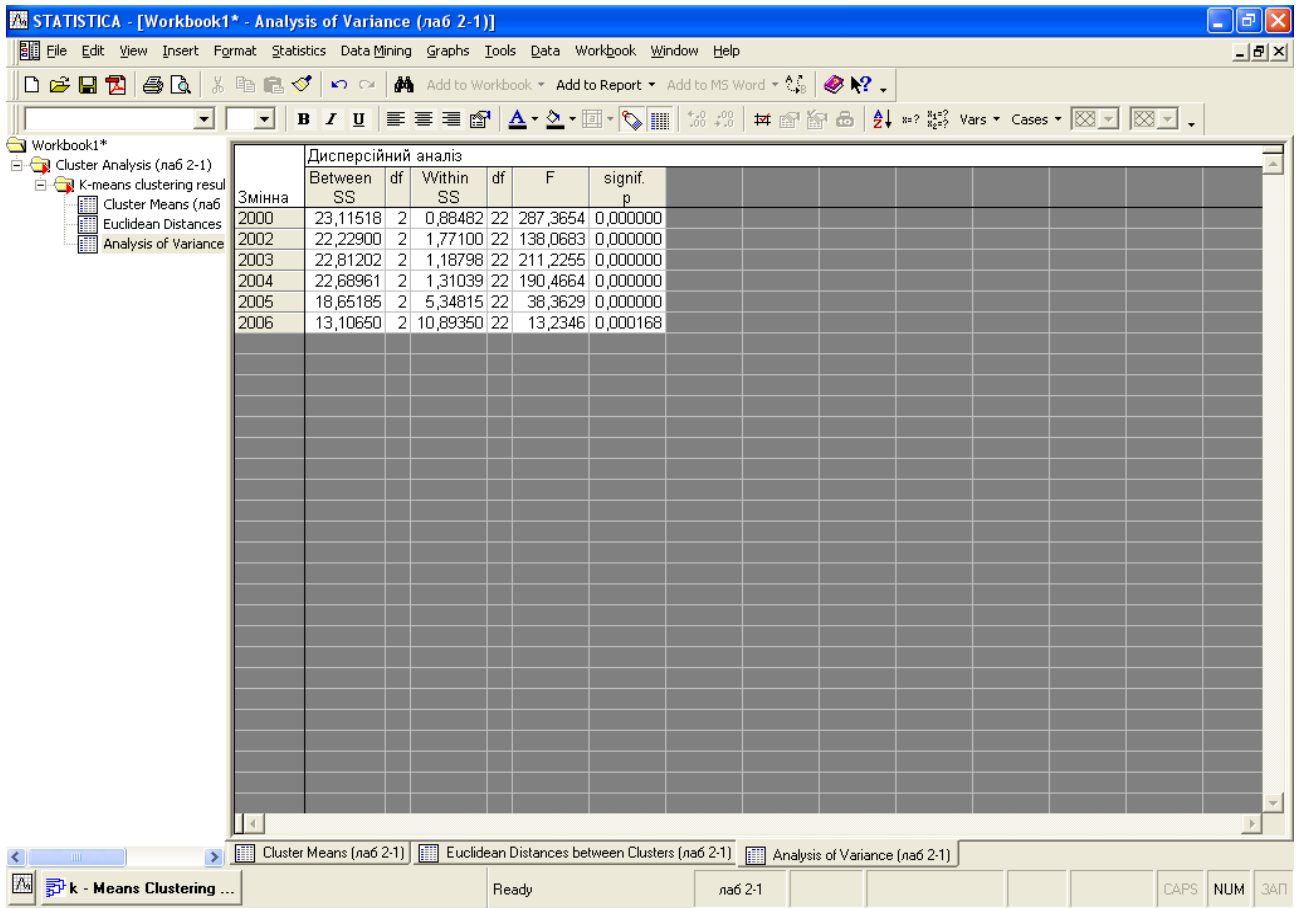


Рис. 1.23. Дисперсійний аналіз

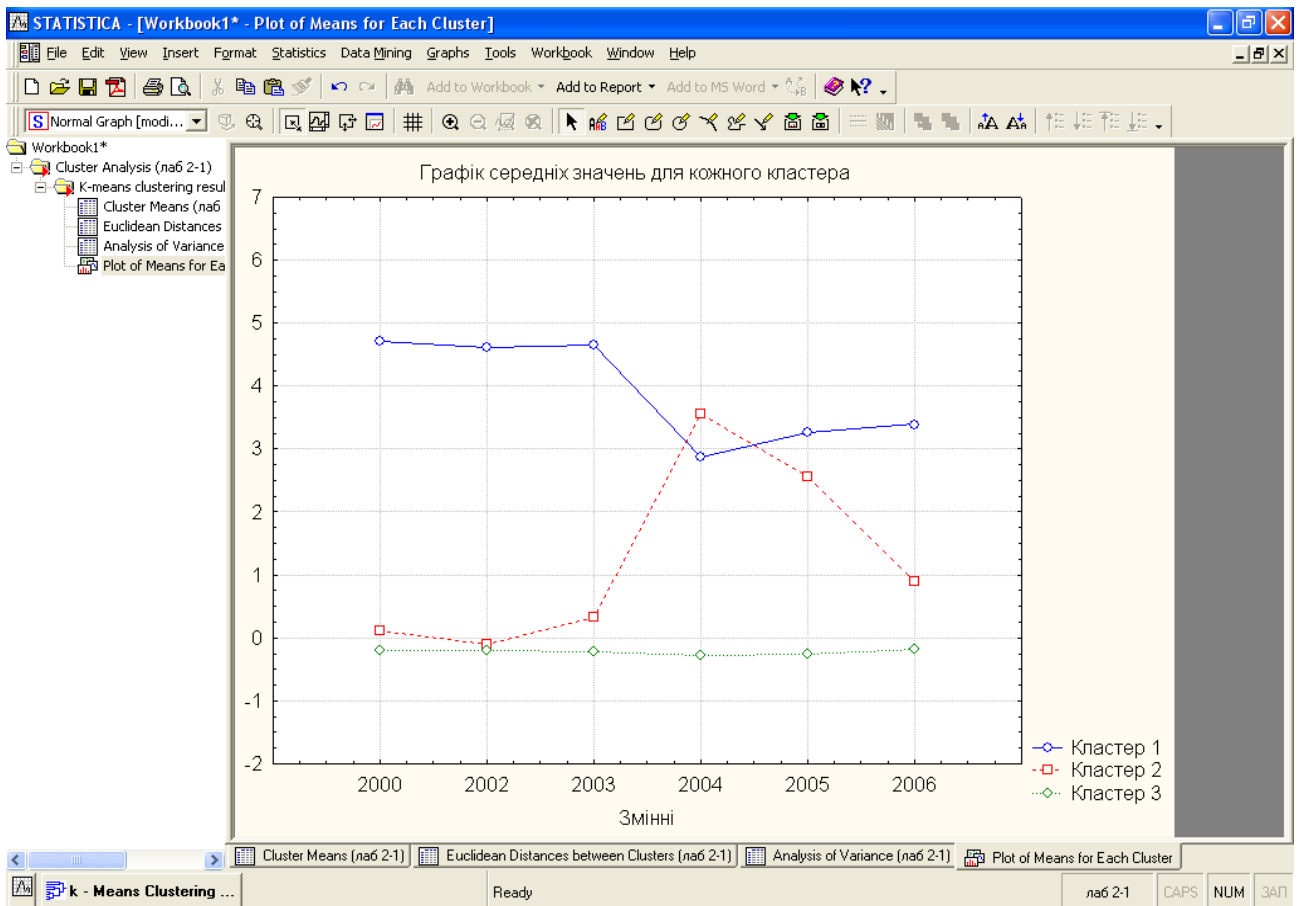


Рис. 1.24. Графік середніх значень

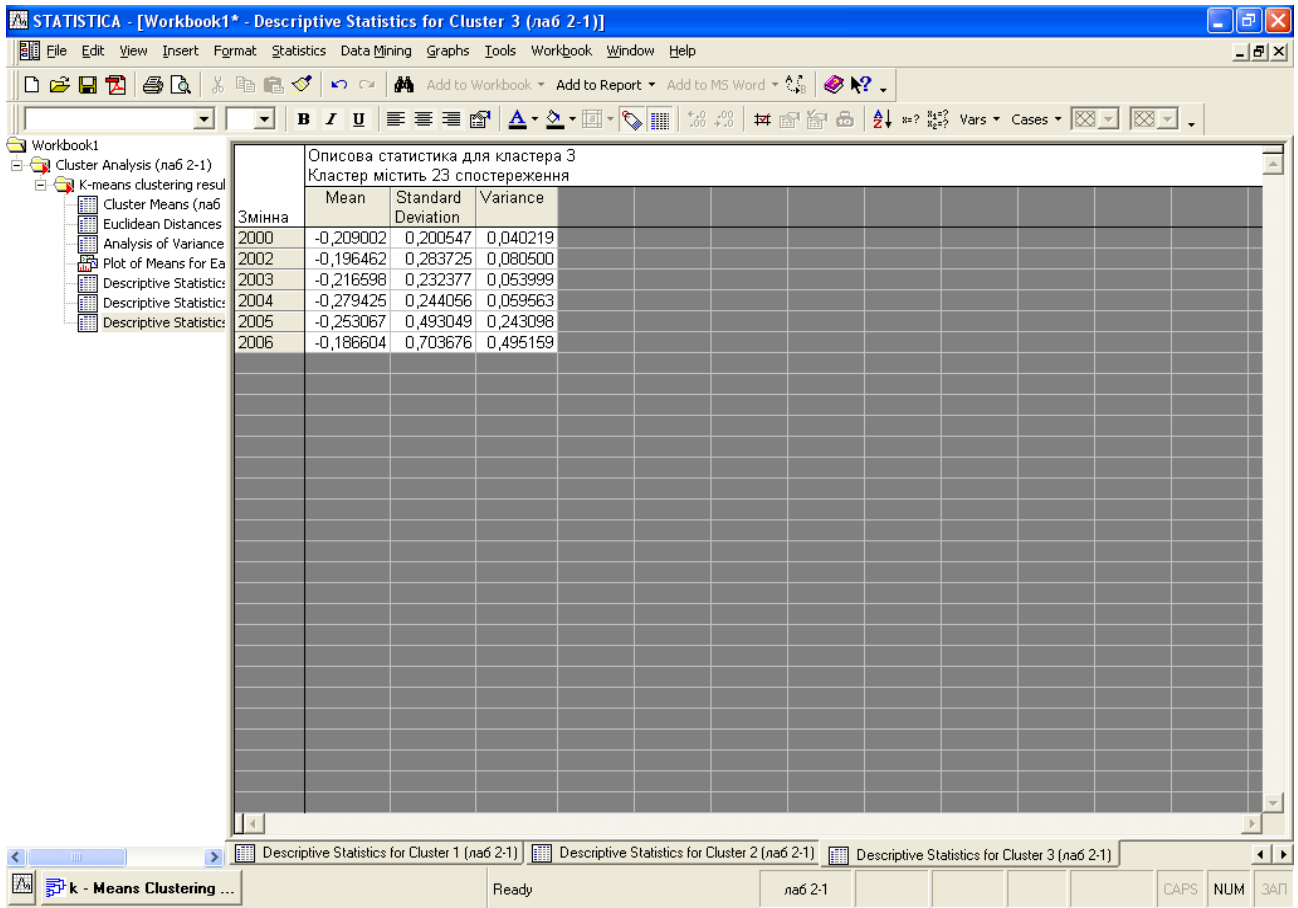


Рис. 1.25. Описова статистика

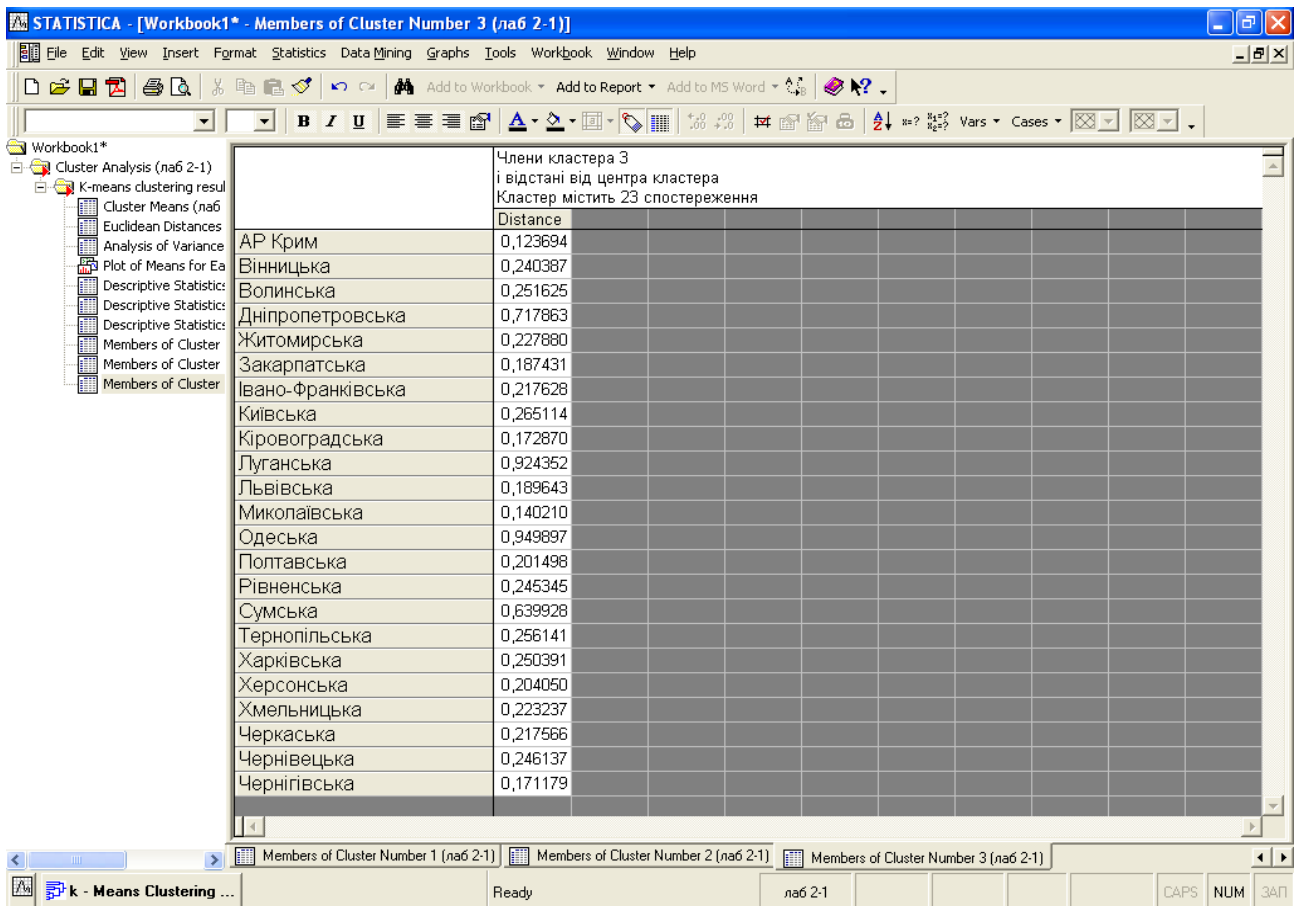


Рис. 1.26. Члени кластера



КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ДО ТЕМИ 1

Блок запитань № 1

Як з англійської мови перекладається слово cluster?

Яка наука вперше застосувала кластерний аналіз?

До якого виду кластерного аналізу належать ...

- задачі класифікації великих за обсягом сукупностей спостережень;
- задачі класифікації порівняно невеликих за обсягом сукупностей спостережень?

Під час застосування якого методу кластерного аналізу ...

- вибираються декілька випадкових кластерів, розташованих на якомога більшій відстані один від одного, а потім змінюється належність до них об'єктів;
- проводиться кластеризація і спостережень, і змінних;
- відбувається об'єднання об'єктів у достатньо великі групи з використанням деякої міри схожості чи відстані між об'єктами?

До якого діапазону значень приводить стандартизація показників за кластерного аналізу?

Блок запитань № 2

На якому етапі проведення деревоподібної кластеризації відбувається ...

- побудова матриці стандартизованих вхідних даних;
- об'єднання об'єктів у кластери;
- побудова матриці відстаней;
- побудова матриці вхідних даних?

Третім етапом проведення деревоподібної кластеризації є ...

Першим етапом проведення деревоподібної кластеризації є ...

Четвертим етапом проведення деревоподібної кластеризації є ...

Другим етапом проведення деревоподібної кластеризації є ...

Блок запитань № 3

За якою формулою проводиться стандартизація показників?

Яка міра відстаней під час деревоподібної кластеризації обчислюється за формулою ...

$$\text{відстань } (x, y) = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{(n-1)s_x s_y};$$

$$\text{відстань } (x, y) = \left(\sum_{i=1}^n |x_i - y_i|^p \right)^{\frac{1}{p}};$$

$$\text{відстань } (x, y) = \sum_{i=1}^n |x_i - y_i|;$$

$$\text{відстань } (x, y) = \max |x_i - y_i|;$$

$$\text{відстань } (x, y) = \left(\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2 \right)^{\frac{1}{2}};$$

$$\text{відстань } (x, y) = \frac{(\text{кількість } x_i \neq y_i)}{i};$$

$$\text{відстань } (x, y) = \sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2 ?$$

Блок запитань № 4

Як називається сукупність методів класифікації багатовимірних спостережень, основна мета якої полягає в розподілі вхідних даних на однорідні групи так, щоб об'єкти всередині групи були схожими між собою згідно з деяким критерієм, а об'єкти з різних груп відрізнялися один від одного?

За якою формулою обчислюється ...

- степенева відстань;
- процент незгоди;
- квадрат евклідової відстані;
- евклідова відстань;
- відстань міських кварталів (Манхеттенська);
- відстань Чебишева;
- коефіцієнт кореляції Пірсона?

Блок запитань № 5

Якою матрицею є матриця відстаней?

За якого алгоритму об'єднання об'єктів у кластери ...

• відстань між двома кластерами визначається як середня відстань між усіма парами об'єктів, котрі їм належать, а кількість об'єктів у кластері використовується як ваговий коефіцієнт;

- відстань між двома кластерами визначається як середня відстань між усіма парами об'єктів, котрі їм належать;
- відстань між двома кластерами обчислюється як мінімальна відстань між усіма парами об'єктів, котрі їм належать;
- мінімізується дисперсія двох кластерів, що об'єднуються на кожному кроці об'єднання;
- відстань між двома кластерами обчислюється як відстань між їх середніми значеннями показників, а кількість об'єктів у кластері використовується як ваговий коефіцієнт;
- відстань між двома кластерами обчислюється як максимальна відстань між усіма парами об'єктів, які їм належать;
- відстань між двома кластерами обчислюється як відстань між їх середніми значеннями показників?

Блок запитань № 6

Як по-іншому називається метод деревоподібної кластеризації?

Як обчислюється відстань між двома кластерами за алгоритмом ...

- незваженого попарного групового центроїду;
- зваженого попарного групового середнього;
- повного об'єднання;
- методу Варда (Уорда);
- одинарного об'єднання;
- незваженого попарного групового середнього;
- зваженого попарного групового центроїду?



ЛІТЕРАТУРА ДО ТЕМИ 1

1. Антонюк Л. Економетричні методи аналізу міжнародної конкурентоспроможності країн / Л. Антонюк, В. Сацик // Економіка України. – 2004. – № 4. – С. 46–52.
2. Бююль А. SPSS : искусство обработки информации. Анализ статистических данных и восстановление скрытых закономерностей : пер. с нем. / А. Бююль, П. Цёфель. – СПб. : ООО “ДиаСофтЮП”, 2001. – 608 с.
3. Голиков А. П. Экономико-математическое моделирование мирохозяйственных процессов : учеб. пособие / А. П. Голиков. – Х. : Изд-во ХНУ, 2003. – 104 с.
4. Грабауров В. А. Информационные технологии для менеджеров / В. А. Грабауров. – М. : Финансы и статистика, 2002. – 368 с. : ил. – (Прикладные информационные технологии).
5. Єлейко В. І. Основи економетрії / В. І. Єлейко. – Л. : Марка ЛТД, 1995. – 192 с.
6. Єлейко Я. І. Класифікація споживачів електроенергії у Львівській області за 2000 рік за допомогою кластерного аналізу / Я. І. Єлейко, Р. Т. Грищук // Регіон. економіка. – 2002. – № 2. – С. 238–244.
7. Завада О. П. Моделювання стану економічного розвитку України та транскордонних країн / О. П. Завада // Проблеми економічної кібернетики : тези доп. XII Всеукр. наук.-метод. конф., Львів, 3–5 жовт. 2007 р. – Л. : Вид-во ЛНУ ім. І. Франка, 2007. – С. 219–220.
8. Закон України “Про інноваційну діяльність” // Режим доступу : <http://rada.gov.ua>
9. Корчевська Л. О. Якісна оцінка трудового потенціалу країн на основі кластерного аналізу / Л. О. Корчевська // Актуальні проблеми економіки. – 2006. – № 2. – С. 188–193.
10. Кульбіда М. П. Методи прогнозного оцінювання ефективності використання рибогосподарського природно-ресурсного потенціалу (на прикладі внутрішніх водойм Одеської області) / М. П. Кульбіда, С. О. Козій // Регіон. економіка. – 2005. – № 3. – С. 119–127.

11. Макаренко М. В. Процес створення моделі ефективного функціонування промислових підприємств / М. В. Макаренко // Актуальні проблеми економіки. – 2004. – № 4. – С. 141–147.
12. Олексів І. Б. Напрями вдосконалення розвитку соціальної сфери (на прикладі Львівської області) / І. Б. Олексів, Н. Ю. Подольчак // Регіон. економіка. – 2005. – № 2. – С. 103–114.
13. Подольчак Н. Ю. Оцінка економічного ризику підприємства на основі кластерного аналізу / Н. Ю. Подольчак // Регіон. економіка. – 2002. – № 4. – С. 260–266.
14. Подольчак Н. Ю. Розвиток системи управління організації на засадах кількісного аналізу економічного ризику / Н. Ю. Подольчак, І. Б. Олексів // Актуальні проблеми економіки. – 2004. – № 7. – С. 177–184.
15. Прикладная статистика. Основы эконометрики : учеб. для вузов. В 2 т. Т. 1 : Айвазян С. А., Мхитарян В. С. Теория вероятностей и прикладная статистика / С. А. Айвазян, В. С. Мхитарян. – 2-е изд., испр. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2001. – 656 с.
16. Скидан О. В. Удосконалення методології формування регіональної аграрної політики / О. В. Скидан, І. І. Світлишин // Регіон. економіка. – 2005. – № 4. – С. 132–137.
17. Регіони України : статист. зб. У 2 ч. Ч. 2 / за ред. О. Г. Осауленка. – К. : ДП “Інформ.-аналіт. агентство”, 2007. – 824 с.
18. Тоцька О. Л. Автоматизація ієрархічного методу кластерного аналізу за допомогою програмного пакету StatSoft Statistica 6.0 / О. Л. Тоцька // Фінансово-кредитне стимулювання економічного зростання : матеріали міжнар. наук.-практ. конф. : тези доп. – Луцьк, 3–5 черв. 2005 р. – Луцьк : РВВ “Вежа”, 2005. – С. 200–202.
19. Тоцька О. Л. Автоматизація методу К-середніх кластерного аналізу за допомогою програмного пакету StatSoft Statistica 6.0 / О. Л. Тоцька // Інтеграція країн з перехідною економікою у світовий економічний простір : стан і перспективи : матеріали міжнар. наук. студ.-асп. конф., Львів, 13–14 трав. 2005 р. – Л. : Вид-во ЛНУ ім. І. Франка, 2005. – С. 372–373.
20. Тоцька О. Л. Економіко-математичне моделювання випуску продукції в харчовій промисловості України : монографія / О. Л. Тоцька. – Луцьк : РВВ “Вежа” ВНУ ім. Лесі Українки, 2009. – 252 с.

21. Тоцька О. Л. Інформаційні системи в інноваційній діяльності : зб. тестів / О. Л. Тоцька. – Луцьк : Волин. нац. ун-т ім. Лесі Українки, 2010. – 64 с.
22. Тоцька О. Л. Кластерний аналіз економічних об'єктів за допомогою електронної таблиці Microsoft Excel / О. Л. Тоцька // Наук. вісн. Волин. держ. ун-ту ім. Лесі Українки. – 2005. – № 1. – С. 304–308.
23. Тоцька О. Л. Кластерний аналіз областей України за випуском продуктів харчування / О. Л. Тоцька // Регіон. економіка. – 2005. – № 3. – С. 67–76.
24. Тоцька О. Л. Кластерний аналіз основних продовольчих товарів / О. Л. Тоцька // Регіон. економіка. – 2007. – № 2. – С. 260–270.
25. Хміль Ф. Кластерний аналіз як основа об'єктивної стратифікації підприємств / Ф. Хміль, І. Наконечна // Економіка України. – 2006. – № 4. – С. 29–33.
26. Цапін А. О. Вивчення можливостей стратегічного управління на основі кластерної моделі розвитку / А. О. Цапін // Наук. зап. Нац. ун-ту “Остроз. акад.” : Сер. “Економіка”. – 2003. – № 5. – С. 250–261.

ТЕМА 2

АВТОМАТИЗАЦІЯ ФАКТОРНОГО АНАЛІЗУ В ІННОВАЦІЙНІЙ ДІЯЛЬНОСТІ

2.1. Теоретичні відомості про факторний аналіз

Основними цілями *факторного аналізу* є скорочення кількості змінних (редукція даних) та визначення структури взаємозв'язків між змінними, тобто їхня класифікація.

Головна мета цього методу дослідження полягає у виявленні прихованих гіпотетичних величин (факторів) на основі великої кількості експериментальних даних. Фактори мають бути якомога простими й достатньо точно описувати та пояснювати досліджувані величини. Тобто факторний аналіз є методом, який упорядковує удавану хаотичність явища, що вивчається, і генерує нові гіпотези. При цьому причиною явища вважаються шукані фактори, а наслідками – ознаки, які спостерігаються. І якщо велику кількість ознак вдається пояснити малою кількістю факторів, то тільки тоді такий статистичний аналіз вважається цілком успішним.

Передумовами використання цього методу є:

- наявність сильно корелюючих ознак та, як наслідок, дублювання інформації;
- слабка інформативність низки факторних ознак;
- можливість і доцільність агрегування декількох факторних ознак.

Схеми та моделі факторного аналізу виникли ще на початку двадцятого століття завдяки завданням психології. Вони пов'язані з іменами Ч. Спірмена, Л. Терстоуна й Г. Томсона. Однак, з огляду на деякі історичні причини й, зокрема, через суб'єктивні пристрасті та специфічні наукові інтереси перших дослідників, які працювали в цій сфері, імовірно-статистичні аспекти цього розділу багатовимірного статистичного аналізу тривалий період майже не розроблялись, а для інтерпретації й аналізу різних моделей факторного аналізу була характерна деяка невизначеність. Тільки із середини 50-х років починають з'являтися цікаві результати саме імовірно-статистичних досліджень цього апарату.

Факторний аналіз, як уже зазначалося вище, використовується у психології, а також біології, соціології, метеорології, медицині та географії. В економічних дослідженнях найперспективнішими напрямами використання методів факторного аналізу є:

- 1) зменшення числа економічних показників, які характеризують кількість економічних явищ, без суттєвої втрати достовірності;
- 2) отримання узагальнених індексів, котрі характеризують економічний механізм;
- 3) класифікація економічних об'єктів, які характеризуються набором незалежних ознак;
- 4) можливість побудови й наступної статистичної перевірки гіпотез про суть економічних явищ та процесів.

Застосуванню факторного аналізу присвятили публікації такі українські науковці, як В. Б. Артеменко, А. П. Голіков, І. Б. Олексів, Н. Ю. Подольчак, У. Я. Садова, Л. К. Семів та зарубіжні вчені Т. Андерсон, К. Іберла, Г. Харман й ін. Так, зокрема, в економіці його використовують для аналізу зовнішньоекономічної діяльності, багатовимірного шкалювання розвитку сфери соціальних послуг в області, моделювання системи регіональних синтетичних індикаторів якості життя населення, аналізу рівня життя населення в регіоні з пониженою місткістю ринку праці тощо.

Модель факторного аналізу має такий вигляд:

$$z_j = a_{1j}F_1 + a_{2j}F_2 + \dots + a_{mj}F_m + d_jU_j \quad (j = 1, 2, \dots, n), (m < n).$$

У ній параметр z_j лінійно залежить від m загальних факторів (F_1, F_2, \dots, F_m) і характерного фактору U_j (зазвичай m набагато менше n). Загальні фактори враховують кореляції між параметрами, а характерний фактор – дисперсію, яка залишилася (у тому числі й пов'язану з різними похибками). Коефіцієнти a_{ij} та d_j при факторах називають навантаженнями. Факторні навантаження a_{ij} збігаються з коефіцієнтами кореляції між загальними факторами та змінними z_j .

Факторний аналіз проводиться за таким алгоритмом:

- 1) стандартизація заданих значень змінних, тобто перетворення матриці вхідних даних X у матрицю стандартизованих вхідних даних Z :

$$X = (x_{ij}) = \begin{pmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{N1} & x_{N2} & \dots & x_{Nn} \end{pmatrix} \rightarrow Z = (z_{ij}) = \begin{pmatrix} z_{11} & z_{12} & \dots & z_{1n} \\ z_{21} & z_{22} & \dots & z_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ z_{N1} & z_{N2} & \dots & z_{Nn} \end{pmatrix},$$

$$\text{де } z_{ij} = \frac{x_{ij} - \bar{x}_j}{s_j};$$

$$\bar{x}_j = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_{ij};$$

$$s_j = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_{ij} - \bar{x}_j)^2} = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N x_{ij}^2 - (\bar{x}_j)^2};$$

$x_{ij}(i = \overline{1, N}; j = \overline{1, n})$ – значення j -го параметра для i -го об'єкта;

$\bar{x}_j, s_j(j = \overline{1, n})$ – середнє значення і стандартне відхилення j -го параметра;

$z_{ij}(i = \overline{1, N}; j = \overline{1, n})$ – стандартизоване значення j -го параметра для i -го об'єкта;

$i = 1, 2, \dots, N$ – номер об'єкта;

$j = 1, 2, \dots, n$ – номер параметра (ознаки; змінної);

2) обчислення коефіцієнтів кореляції Пірсона між досліджуваними змінними, тобто розрахунок матриці R :

$$R = (r_{kj}) = \begin{pmatrix} 1 & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & 1 & \dots & r_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{n1} & r_{n2} & \dots & 1 \end{pmatrix},$$

$$\text{де } r_{kj} = \frac{\sum_{i=1}^N (x_{ik} - \bar{x}_k) \times (x_{ij} - \bar{x}_j)}{\sqrt{\sum_{i=1}^N (x_{ik} - \bar{x}_k)^2 \times \sum_{i=1}^N (x_{ij} - \bar{x}_j)^2}};$$

r_{kj} – коефіцієнт кореляції Пірсона між k -м та j -м параметрами.

На діагоналі цієї матриці замість одиниць розміщують загальності $h_j^2 = \sum_{i=1}^m a_{ij}^2 (j = \overline{1, n})$. Після цього вона позначається R_h та називається редуційною. Слід зазначити, що загальностями можуть бути дійсні значення, максимальні значення, тріади, середні значення, ранги 1, центроїди, авероїди та квадрати множинної кореляції параметрів, обчислені за різними формулами;

3) визначення k -тих власних значень λ_k редуційної кореляційної матриці R_h та відповідних їм власних векторів на підставі так званих характеристичних рівнянь:

$$|R_h - \lambda_k I| = 0,$$

де λ_k – k -ті за величиною корені (під час їх розміщення в порядку спаду) характеристичних рівнянь;

I – одинична матриця;

4) сортування власних значень у порядку спаду;

5) визначення факторів та їхньої оптимальної кількості;

6) обертання факторів;

7) їхня інтерпретація.

Для визначення кількості факторів існують такі способи:

1) критерій Кайзера (запропонований у 1960 році) – залишають фактори, власні значення яких перевищують одиницю. Логіка цього критерію така: варіація окремої змінної дорівнює одиниці, тому не становить інтересу фактор, який пояснює меншу частку сукупної дисперсії;

2) спосіб, за якого залишають стільки факторів, скільки пояснюють наперед фіксовану частину сукупної дисперсії (наприклад, 70–80 %);

3) критерій кам'янистого осипу, запропонований Р. Кеттелем у 1966 році, ґрунтується на аналізі спеціального графіка, на якому зображається залежність величини власного значення фактору від його номера. Графік отримав назву *Scree Plot* (діаграма кам'янистого осипу), оскільки нагадує схил гори. “Скельна” частина відповідає реально наявним факторам, осип “осколків” біля підніжжя – статистичному шуму. Зазвичай крива на графіку має декілька точок перегину. Р. Кеттел показав, що оптимальну кількість факторів можна визначити за точкою другого перегину. Інакше кажучи, учений запропонував знайти таке місце на графіку, де зменшення власних значень зліва направо максимально сповільнюється. Справа від цієї точки розміщений тільки “факторіальний осип”. Поняття “осип” є геологічним терміном, який означає уламки гірських порід, котрі накопичуються в нижній частині скелястого схилу.

Слід зазначити, що іноді критерій Кайзера зберігає надто багато факторів, а критерій кам'янистого осипу – надто мало факторів. Однак обидва ці способи цілком задовільні за нормальних умов, коли наявна відносно невелика кількість факторів і багато змінних.

Щодо методів обертання, то найбільш популярними серед них є методи ортогонального обертання, які зберігають прямі кути між факторами: варімакс, еквмакс, квартімакс. Різниця між ними полягає в тому, що варімакс намагається спростити інтерпретацію факторів, квартімакс – змінних, а еквмакс – і факторів, і змінних одночасно. На відміну від ортогональних методів, методи косокутного обертання не зберігають незалежність факторів. Під час такого обертання осі факторів проводять так, щоб вони проходили якомога ближче до пучка змінних. При цьому може виявитися, що перпендикулярність осей координат порушена, тобто з'являється кореляція між факторами.

Частковим випадком факторного аналізу (коли всі специфічні фактори прийняті рівними нулю, а загальні фактори ортогональні) є *метод головних компонент (компонентний аналіз)*, який запропонував 1901 року К. Пірсон, а потім знову відкрив і докладно розробив Г. Хоттелінг у 1933 році. Цей метод, у суті, полягає у виборі нової ортогональної системи координат у просторі спостережень. Як першу головну компоненту вибирають напрям, уздовж якого масив спостережень має найбільший розкид. Вибір кожної наступної головної компоненти відбувається так, щоб розкид уздовж неї був максимальним і щоб ця головна компонента була ортогональною іншим головним компонентам, вибраним попередньо. На діагоналі кореляційної матриці під час такого аналізу стоять не загальності h_j^2 , а одиниці.

Модель компонентного аналізу подібна до моделі факторного аналізу:

$$z_j = a_{1j}F_1 + a_{2j}F_2 + \dots + a_{nj}F_n \quad (j = 1, 2, \dots, n).$$

Її важливою особливістю є те, що кожен черговий компонент (фактор) дає максимально можливий вклад у сумарну дисперсію параметрів.

2.2. Приклад застосування методу головних компонент факторного аналізу в інноваційній діяльності

Приклад. Проведемо факторний аналіз 2000–2008 років за показниками інноваційної діяльності в Україні, використавши для автоматизації процесу програмний пакет StatSoft Statistica 8.0.

Початкові параметри:

метод факторного аналізу – головних компонент;

спосіб визначення кількості факторів – критерій Кайзера;

факторне обертання – Varimax raw (Варімакс необроблений);

вхідні дані – подано у табл. 2.1;

алгоритм автоматизації – описано у підрозділі 2.3.

У нашому прикладі 9 об'єктів (років) характеризуються 8 параметрами (показниками інноваційної діяльності в Україні).

Таблиця 2.1

Показники інноваційної діяльності в Україні¹

Рік	Показник 1	Показник 2	Показник 3	Показник 4	Показник 5	Показник 6	Показник 7	Показник 8
2000	18,0	1399,3	7,7	133,1	14,8	1403	15323	6,0
2001	16,5	1654,0	55,8	58,5	14,3	1421	19484	6,8
2002	18,0	2141,8	45,5	264,1	14,6	1142	22847	7,0
2003	15,1	2148,4	93,0	130,0	11,5	1482	7416	5,6
2004	13,7	3501,5	63,4	112,4	10,0	1727	3978	5,8
2005	11,9	5045,4	28,1	157,9	8,2	1808	3152	6,5
2006	11,2	5211,4	114,4	176,2	10,0	1145	2408	6,7
2007	14,2	7999,6	144,8	321,8	11,5	1419	2526	6,7
2008	13,0	7264,0	336,9	115,4	10,8	1647	2446	5,9

¹ де показник 1 – питома вага підприємств, що займалися інноваціями, %;

показник 2 – фінансування технологічних інновацій за рахунок власних коштів, млн грн;

показник 3 – фінансування технологічних інновацій за рахунок коштів державного бюджету, млн грн;

показник 4 – фінансування технологічних інновацій за рахунок коштів іноземних інвесторів, млн грн;

показник 5 – питома вага підприємств, що впроваджували інновації, %;

показник 6 – впроваджено нових технологічних процесів, кількість;

показник 7 – освоєно виробництво нових видів продукції (з 2003 року – інноваційних видів продукції), найменувань;

показник 8 – питома вага реалізованої інноваційної продукції в обсязі промислової, %.

Власні значення кореляційної матриці, сума яких дорівнює сумі одиниць на її діагоналі, тобто 8, а також відсотки їхньої загальної дисперсії подано в табл. 2.2.

Таблиця 2.2

Власні значення кореляційної матриці

№ з/п	Власні значення	% загальної дисперсії	Сукупні власні значення	Сукупний % загальної дисперсії
1	4,045821	50,57276	4,045821	50,5728
2	1,973116	24,66395	6,018937	75,2367
3	0,939548	11,74435	6,958485	86,9811
4	0,552069	6,90086	7,510554	93,8819
5	0,414131	5,17664	7,924685	99,0586
6	0,074279	0,92848	7,998963	99,9870
7	0,001032	0,01290	7,999995	99,9999
8	0,000005	0,00006	8,000000	100,0000

Згідно з цією таблицею, за критерієм Кайзера, потрібно залишити два фактори (головні компоненти), оскільки тільки два власні значення, які пояснюють близько 75,24 % загальної дисперсії, є більшими одиниці.

Факторну структуру у двовимірному просторі відображено на рис. 2.1.

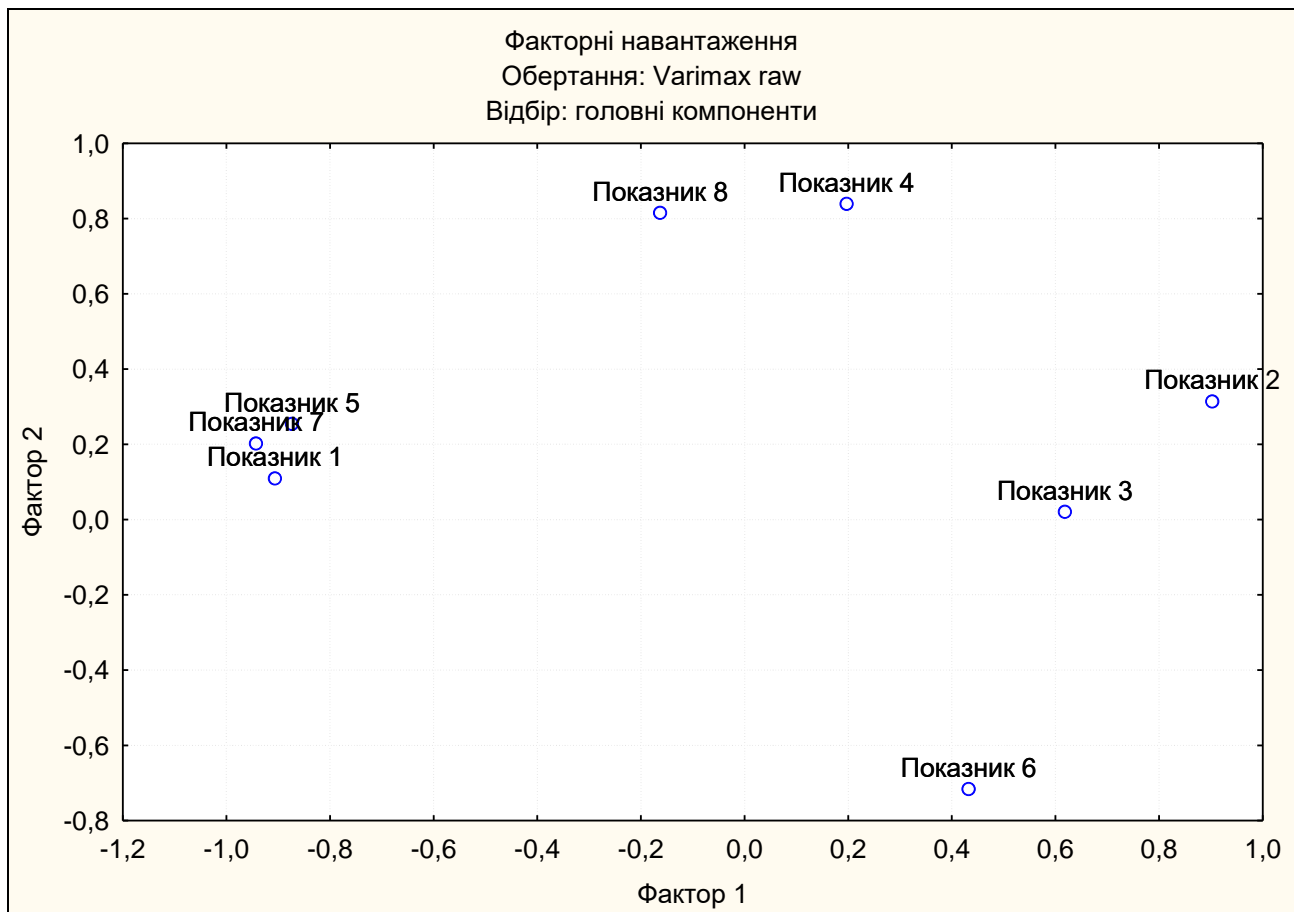


Рис. 2.1. Показники інноваційної діяльності в Україні у просторі факторів

З рис. 2.1 видно, що перший фактор вагомо впливає на п'ять показників інноваційної діяльності в Україні (1-й, 2-й, 3-й, 5-й, 7-й), причому три з них (1-й, 5-й, 7-й) є полярними до двох інших (2-го і 3-го), що засвідчує їхню взаємно обернена динаміка. Другий фактор вагомо впливає на три показники (4-й, 6-й, 8-й), причому шостий показник є полярним до четвертого і восьмого.

Відомо, що інтерпретація факторів полягає в пошуку узагальненої назви для групи змінних, які на нього навантажуються. Тому отримані фактори проінтерпретуємо так:

фактор 1 – *фактор чіткої тенденції*, оскільки динаміка показників, на які він вагомо впливає, має чітку тенденцію: 2-го і 3-го – до зростання, 1-го, 5-го і 7-го – до спаду. Він характеризується високими факторними навантаженнями на п'ять показників інноваційної діяльності в Україні;

фактор 2 – *фактор нечіткої тенденції*, оскільки динаміка показників, на які він вагомо впливає, не має чіткої тенденції: зростання і спади чергуються досить часто. Він характеризується високими факторними навантаженнями на три показники інноваційної діяльності в Україні.

Усе це засвідчує, що динаміка показників, які значно підпадають під вплив одного й того ж фактора, є подібною (за різної полярності – взаємно оберненою), хоча за обсягами вони можуть і відрізнятись.

2.3. Автоматизація методу головних компонент факторного аналізу за допомогою програмного пакету StatSoft Statistica 8.0

Для автоматизації методу головних компонент факторного аналізу за допомогою програми *StatSoft Statistica 8.0* потрібно виконати такі дії:

1) завантажити програму (див. рис. 1.5):

Пуск → Програми → *STATISTICA 8.0* → *STATISTICA*;

2) створити файл із даними (див. рис. 2.2–2.3):

File (Файл) → *New* (Новий) → у рядку “*Number of variables*” увести кількість змінних → у рядку “*Number of cases*” увести кількість об’єктів → *OK* → заповнити створений файл даними;

3) стандартизувати дані (див. рис. 2.4):

виділити всі комірки з введеними даними → *Data* (Дані) → *Standardize* (Стандартизувати) → *OK*;

4) вибрати факторний аналіз (див. рис. 2.5):

виділити всі комірки з даними → *Statistics* (Статистичні обчислення) → *Multivariate Exploratory Techniques* (Багатовимірні дослідницькі методи) → *Factor Analysis* (Факторний аналіз);

5) указати початкові параметри (див. рис. 2.6):

на вкладці “*Quick*” (Швидкий) у рядку “*Input file*” (Вхідний файл) вибрати одне з двох значень (у нашому випадку – *Raw data*): *Raw data* – неопрацьовані дані типу “об’єкт-ознака”, *Correlation matrix* – кореляційна матриця → *OK*;

6) переглянути кореляційну матрицю (див. рис. 2.7):

Descriptives (Описові) → *Review correlations, means, standard deviations* (Перегляд кореляцій, середніх, стандартних відхилень) → *Advanced* (Поглиблений) → *Correlations* (Кореляції) → *Cancel* (Скасувати);

7) вибрати метод факторного аналізу (див. рис. 2.8):

Advanced (Поглиблений) → у блоці “*Extraction method*” (Метод відбору) поставити перемикач на опції “*Principal components*” (Головні компоненти) → у рядку “*Max. no. of factors*” увести максимальну кількість факторів, яка відповідає кількості змінних (у нашому випадку – 8) → у рядку “*Mini. eigenvalue*” ввести мінімальне власне значення, яке дорівнює нулю → ОК;

8) переглянути власні значення та їхню діаграму (див. рис. 2.9–2.10):

Explained variance (Пояснена розбіжність) → *Eigenvalues* (Власні значення) → підрахувати кількість власних значень, більших за одиницю (у нашому випадку – два) → *Scree plot* (Діаграма кам’янистого осипу) → *Cancel* (Скасувати);

9) провести обертання факторів (див. рис. 2.11):

Advanced (Поглиблений) → у рядку “*Max. no. of factors*” увести максимальну кількість факторів, яка відповідає кількості власних значень, більших за одиницю (у нашому випадку – два) → у рядку “*Mini. eigenvalue*” ввести мінімальне власне значення, яке дорівнює нулю → ОК → *Loadings* (Навантаження) → у рядку “*Factor rotation*” (Факторне обертання) вказати “*Varimax raw*” (Варімакс необроблений) → у рядку “*Highlight factor loadings greater then*” ввести значення факторних навантажень, більше якого потрібно висвітлити в таблиці іншим кольором (наприклад, 0,60);

10) ознайомитись із результатами (див. рис. 2.12–2.13):

Summary: Factor loadings – зведення факторних навантажень;
Plot of loadings, 2D – 2-вимірна діаграма навантажень;

11) зберегти результати:

File (Файл) → *Save* (Зберегти) → у рядку “Ім’я файла” ввести назву → Зберегти.

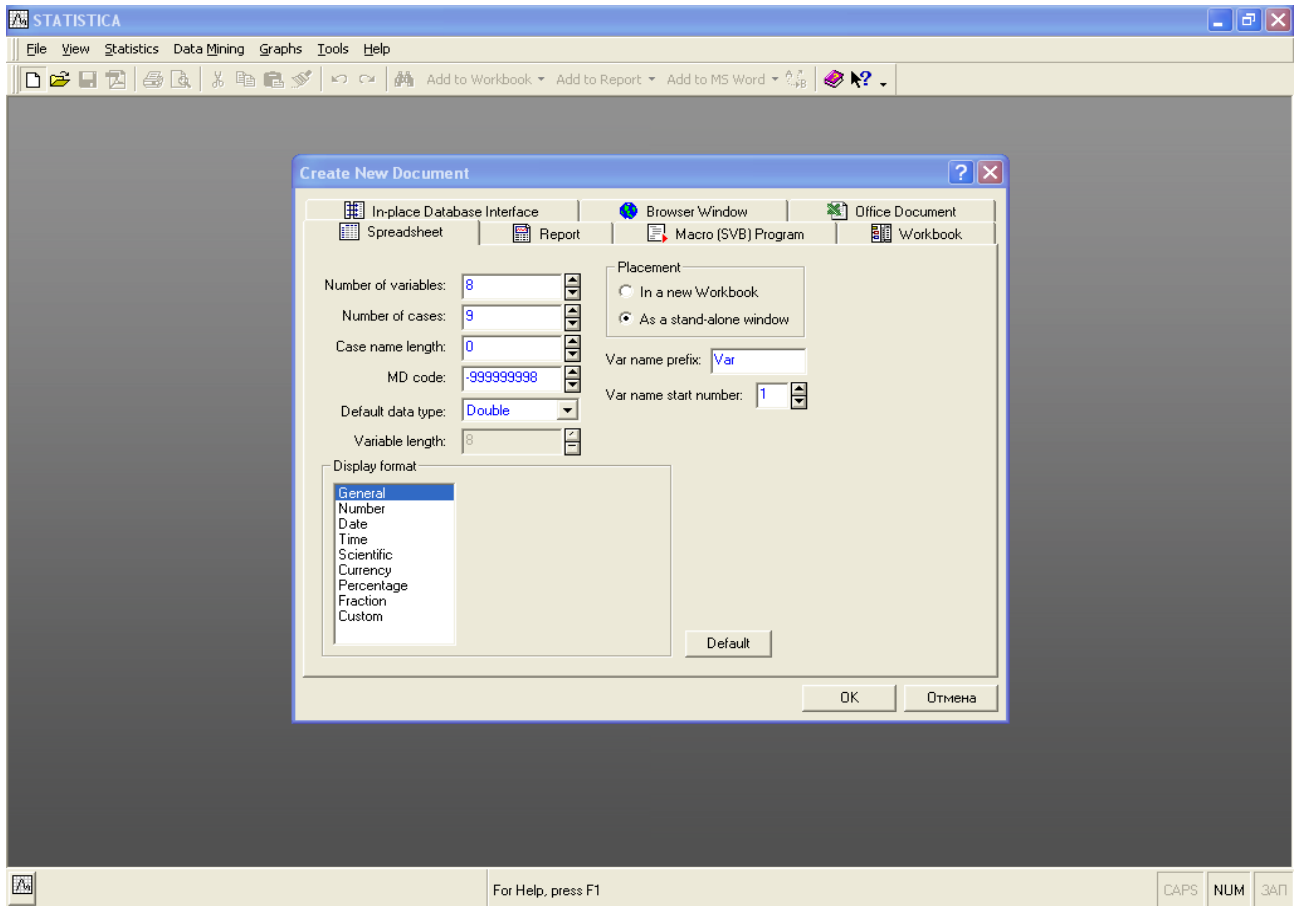


Рис. 2.2. Уведення кількості змінних та спостережень

STATISTICA - [Data: Spreadsheet23* (8v by 9c)]

File Edit View Insert Format Statistics Data Mining Graphs Tools Data Window Help

Add to Workbook Add to Report Add to MS Word

Роки	1	2	3	4	5	6	7	8
	Показник 1	Показник 2	Показник 3	Показник 4	Показник 5	Показник 6	Показник 7	Показник 8
2000	18	1399,3	7,7	133,1	14,8	1403	15323	6
2001	16,5	1654	55,8	58,5	14,3	1421	19484	6,8
2002	18	2141,8	45,5	264,1	14,6	1142	22847	7
2003	15,1	2148,4	93	130	11,5	1482	7416	5,6
2004	13,7	3501,5	63,4	112,4	10	1727	3978	5,8
2005	11,9	5045,4	28,1	157,9	8,2	1808	3152	6,5
2006	11,2	5211,4	114,4	176,2	10	1145	2408	6,7
2007	14,2	7999,6	144,8	321,8	11,5	1419	2526	6,7
2008	13	7264	336,9	115,4	10,8	1647	2446	5,9

Factor Analysis Result... Ready Spreadsheet2: Set:OFF Weight:OFF CAPS NUM ЗАП

Рис. 2.3. Вхідні дані

STATISTICA - [Data: лаб 3-2 (8v by 9c)]

File Edit View Insert Format Statistics Data Mining Graphs Tools Data Window Help

to Report Add to MS Word

Arial 10 B I U

Роки	Показник 1	Показник 2	Показник 3	Показник 4	Показник 5	Показник 6	Показник 7	Показник 8
2000	1,35990336	-1,0717043	-0,92113661	-0,36934593	1,3076238	-0,27038315	0,794977551	-0,65372045
2001	0,755998905	-0,96836008	-0,43502173	-1,28271189	1,09364899	-0,19313082	1,30539493	0,915208631
2002	1,35990336	-0,77043582	-0,53911702	1,23455408	1,22203388	-1,39054193	1,71792404	1,3074409
2003	0,192354751	-0,76775787	-0,05906593	-0,40730082	-0,1046099	0,068668737	-0,1749504	-1,43818499
2004	-0,3712894	-0,21873918	-0,35821366	-0,62278662	-0,74653431	1,12015878	-0,59667953	-1,04595272
2005	-1,09597474	0,407696391	-0,71496731	-0,06570685	-1,51684361	1,46779426	-0,69800247	0,326860225
2006	-1,37779682	0,475050892	0,157209711	0,158349416	-0,74653431	-1,37766654	-0,78926672	0,719092496
2007	-0,16998792	1,60635949	0,464442403	1,94100469	-0,1046099	-0,20171442	-0,77479201	0,719092496
2008	-0,65311148	1,30789067	2,40587004	-0,58605609	-0,40417463	0,776815091	-0,78460537	-0,84983659

Factor Analysis Result... Ready лаб 3-2 C1,V1 1,35990335517804 Set:OFF Weight:OFF CAPS NUM ЗАП

Рис. 2.4. Стандартизовані дані

STATISTICA - [Data: лаб 3-2 (8v by 9c)]

File Edit View Insert Format Statistics Data Mining Graphs Tools Data Window Help

Resume... Ctrl+R

to Report Add to MS Word

Arial 10

Роки	Показник 1	Показник 2	Показник 3	Показник 4	Показник 5	Показник 6	Показник 7	Показник 8
2000	1,35990336	-1,0717043	-0,92113661	-0,36934593	1,3076238	-0,27038315	0,794977551	-0,65372045
2001	0,755998905	-0,96836008	-0,43502173	-1,28271189	1,09364899	-0,19313082	1,30539493	0,915208631
2002	1,35990336	-0,77043582	-0,53911702	1,23455408	1,22203388	-1,39054193	1,71792404	1,3074409
2003	0,192354751	-0,76775787	-0,05906593	-0,40730082	-0,1046099	0,068668737	-0,1749504	-1,43818499
2004	-0,3712894	-0,21873918	-0,35821366	-0,62278662	-0,74653431	1,12015878	-0,59667953	-1,04595272
2005	-1,09597474	0,407696391	-0,71496731	-0,06570685	-1,51684361	1,46779426	-0,69800247	0,326860225
2006	-1,37779682	0,475050892	0,157209711	0,158349416	-0,74653431	-1,37766654	-0,78926672	0,719092496
2007	-0,16998792	1,60635949	0,464442403	1,94100469	-0,1046099	-0,20171442	-0,77479201	0,719092496
2008	-0,65311148	1,30789067	2,40587004	-0,58605609	-0,40417463	0,776815091	-0,78460537	-0,84983659

Basic Statistics/Tables
Multiple Regression
ANOVA
Nonparametrics
Distribution Fitting
Advanced Linear/Nonlinear Models
Multivariate Exploratory Techniques
Industrial Statistics & Six Sigma
Power Analysis
Automated Neural Networks
PLS, PCA, Multivariate/Batch SPC
Variance Estimation and Precision (VEPAC)
Statistics of Block Data
STATISTICA Visual Basic
Batch (ByGroup) Analysis
Probability Calculator

Cluster Analysis
Factor Analysis
Principal Components & Classification Analysis
Congrical Analysis
Reliability/Item Analysis
Classification Trees
Correspondence Analysis
Multidimensional Scaling
Discriminant Analysis
General Discriminant Analysis Models

Factor Analysis Result... Starts up Factor Analysis лаб 3-2 C1,V1 1,35990335517804 Set:OFF Weight:OFF CAPS NUM ЗАП

Рис. 2.5. Вибір факторного аналізу

The screenshot shows the STATISTICA software interface. The main window displays a data table with columns labeled 'Роки' (Years) and 'Показник 1' through 'Показник 8' (Indicator 1 through 8). The data rows correspond to the years 2000 through 2008. A dialog box titled 'Factor Analysis : лаб 3-2' is open, showing the 'Quick' tab. The 'Variables' field is set to 'ALL', and the 'Input file' is 'Raw Data'. The 'MD deletion' options are set to 'Casewise'.

Роки	Показник 1	Показник 2	Показник 3	Показник 4	Показник 5	Показник 6	Показник 7	Показник 8
2000	1,35990336	-1,0717043	-0,92113661	-0,36934593	1,3076238	-0,27038315	0,794977551	-0,65372045
2001	0,755998905	-0,96836008	-0,43502173	-1,28271189	1,09364899	-0,19313082	1,30539493	0,915208631
2002	1,35990336	-0,77043582	-0,53944703	1,23455408	1,33002288	1,30954103	1,31702404	1,3074409
2003	0,192354751	-0,76775787	-0,058311703	1,3076238	1,3076238	1,3076238	1,3076238	1,3076238
2004	-0,3712894	-0,21873918	-0,358311703	1,3076238	1,3076238	1,3076238	1,3076238	1,3076238
2005	-1,09597474	0,407896391	-0,718311703	1,3076238	1,3076238	1,3076238	1,3076238	1,3076238
2006	-1,37779682	0,475050692	0,157311703	1,3076238	1,3076238	1,3076238	1,3076238	1,3076238
2007	-0,16998792	1,60635949	0,464311703	1,3076238	1,3076238	1,3076238	1,3076238	1,3076238
2008	-0,65311148	1,30789067	2,407311703	1,3076238	1,3076238	1,3076238	1,3076238	1,3076238

Рис. 2.6. Початкові параметри

The screenshot shows the STATISTICA software interface displaying a Correlations matrix. The matrix is titled 'Кореляції N=9' and shows the correlation coefficients between eight indicators. The diagonal elements are all 1,00. The off-diagonal elements represent the correlations between different indicators.

Змінна	Показник 1	Показник 2	Показник 3	Показник 4	Показник 5	Показник 6	Показник 7	Показник 8
Показник 1	1,00	-0,69	-0,41	0,03	0,94	-0,37	0,89	0,10
Показник 2	-0,69	1,00	0,70	0,44	-0,60	0,24	-0,76	0,08
Показник 3	-0,41	0,70	1,00	0,01	-0,26	0,15	-0,48	-0,23
Показник 4	0,03	0,44	0,01	1,00	0,02	-0,41	-0,07	0,49
Показник 5	0,94	-0,60	-0,26	0,02	1,00	-0,57	0,88	0,24
Показник 6	-0,37	0,24	0,15	-0,41	-0,57	1,00	-0,49	-0,55
Показник 7	0,89	-0,76	-0,48	-0,07	0,88	-0,49	1,00	0,39
Показник 8	0,10	0,08	-0,23	0,49	0,24	-0,55	0,39	1,00

Рис. 2.7. Кореляційна матриця

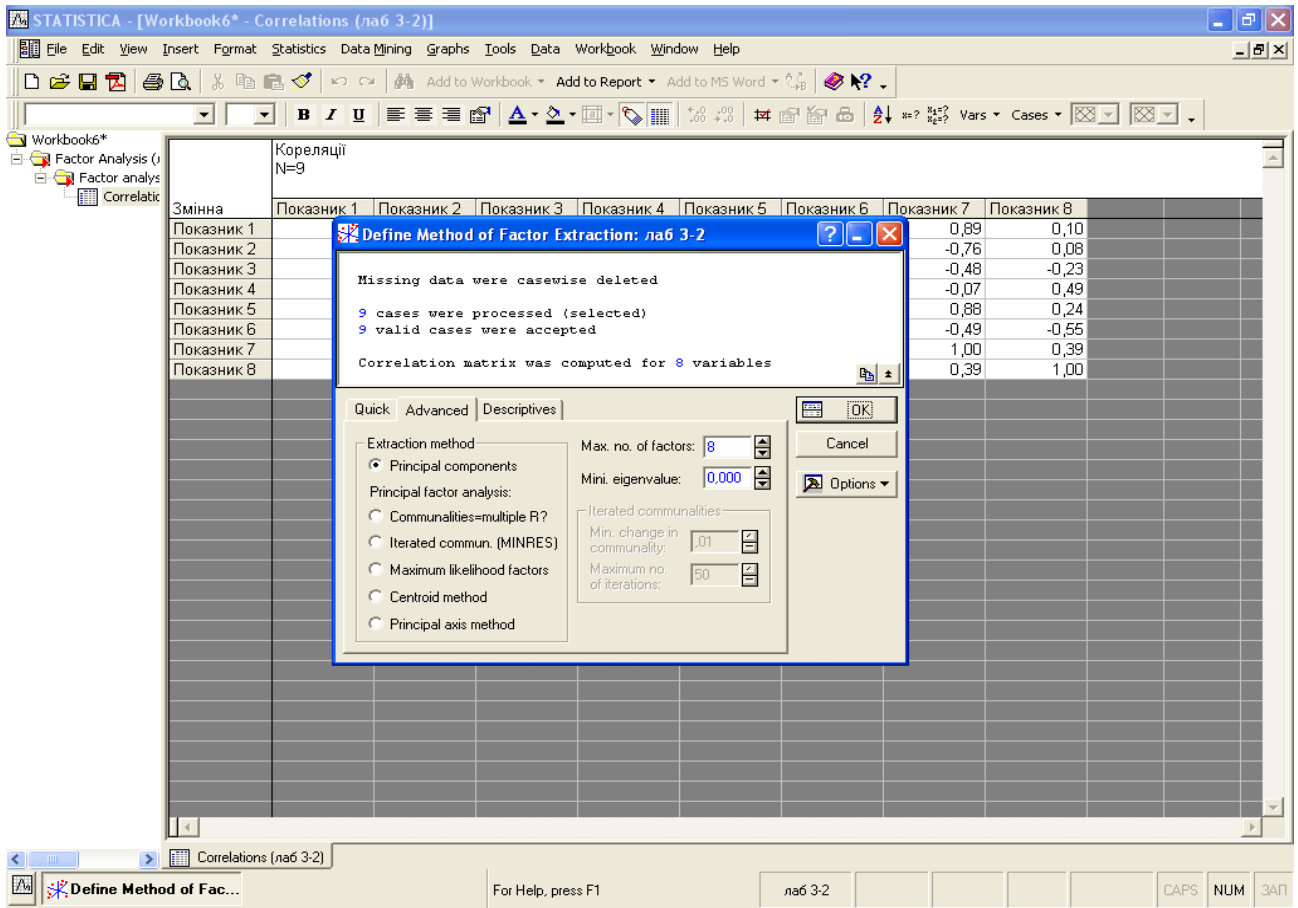


Рис. 2.8. Вибір методу факторного аналізу

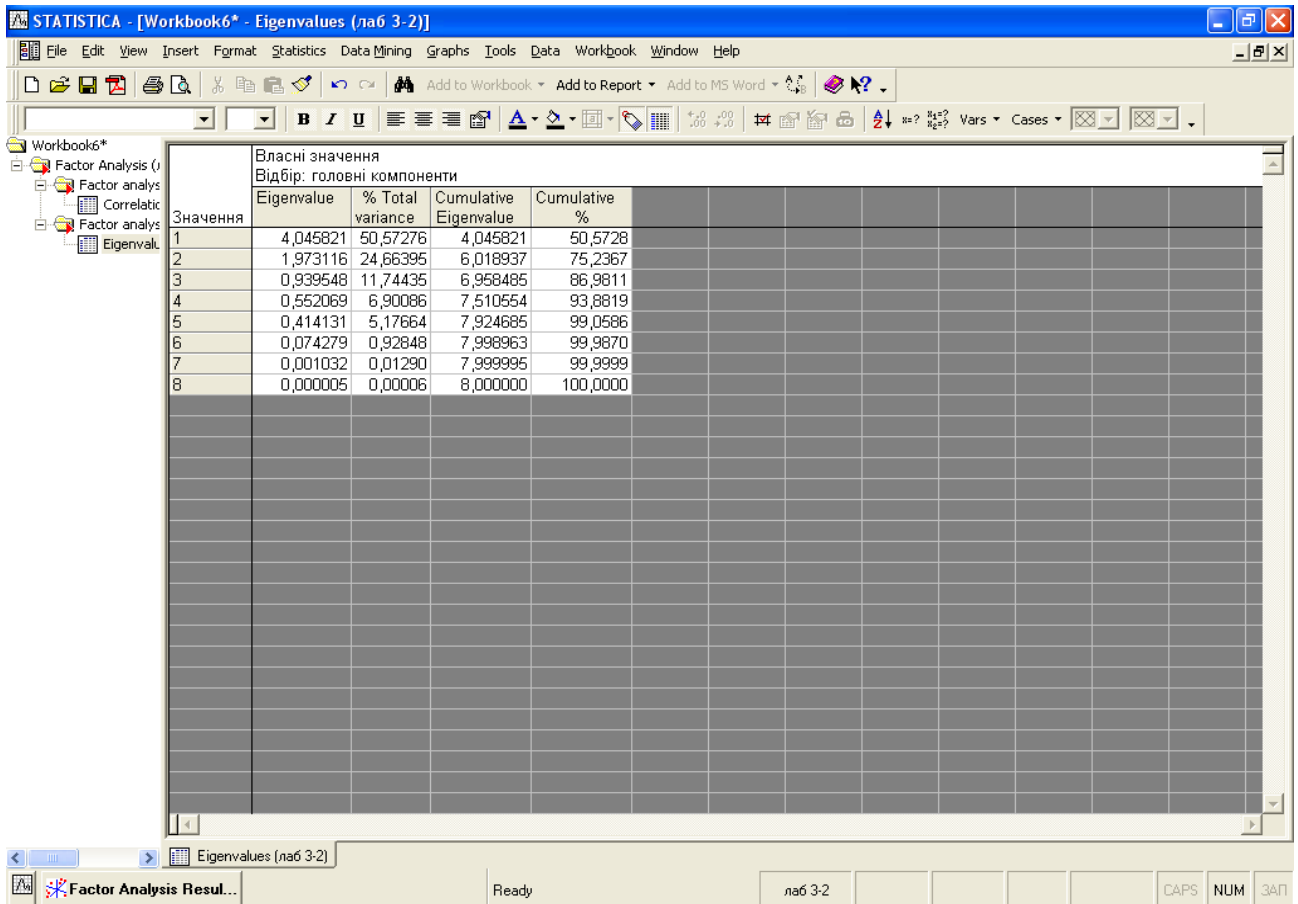


Рис. 2.9. Власні значення

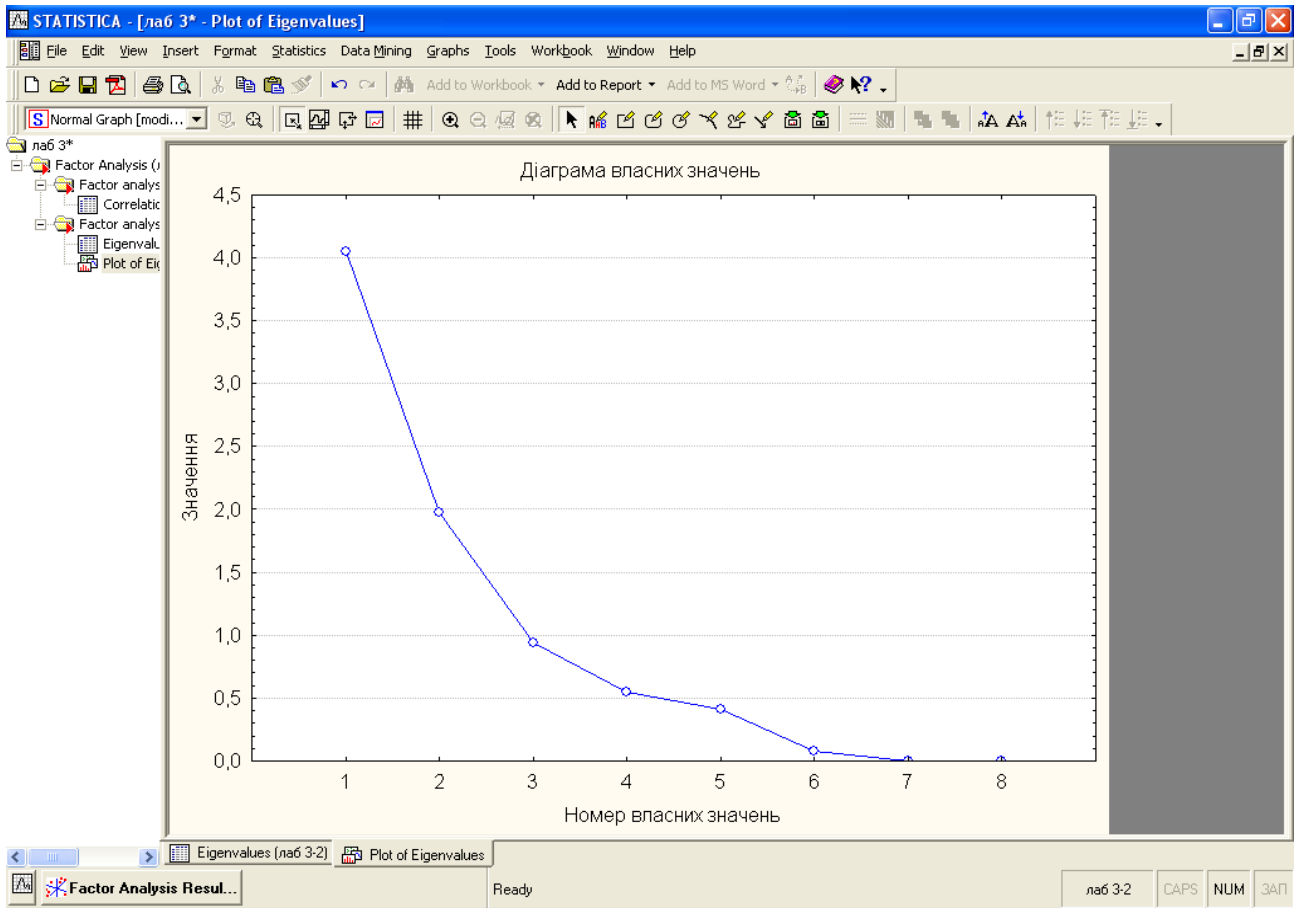


Рис. 2.10. Діаграма кам'янистого осипу

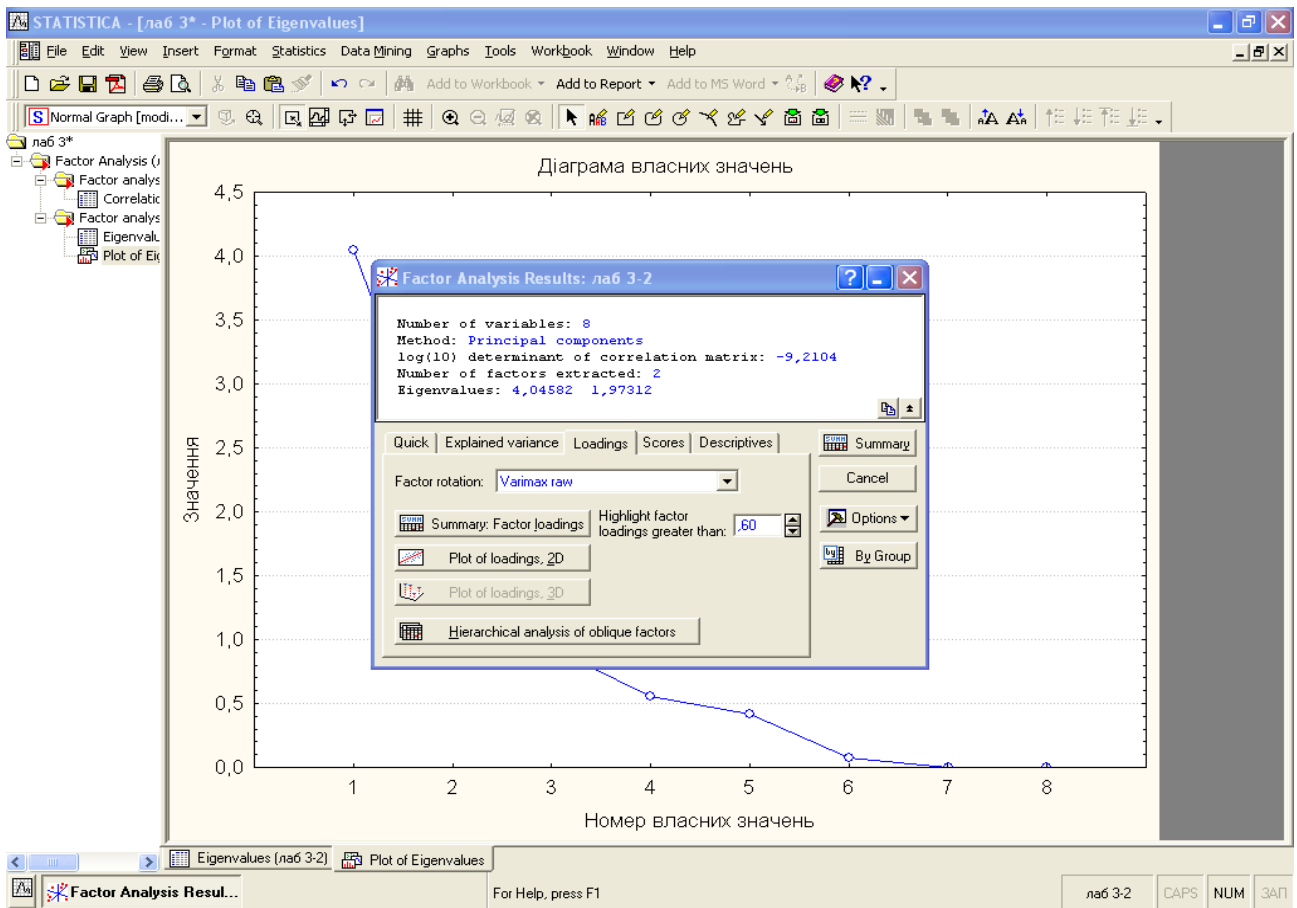


Рис. 2.11. Обертання факторів

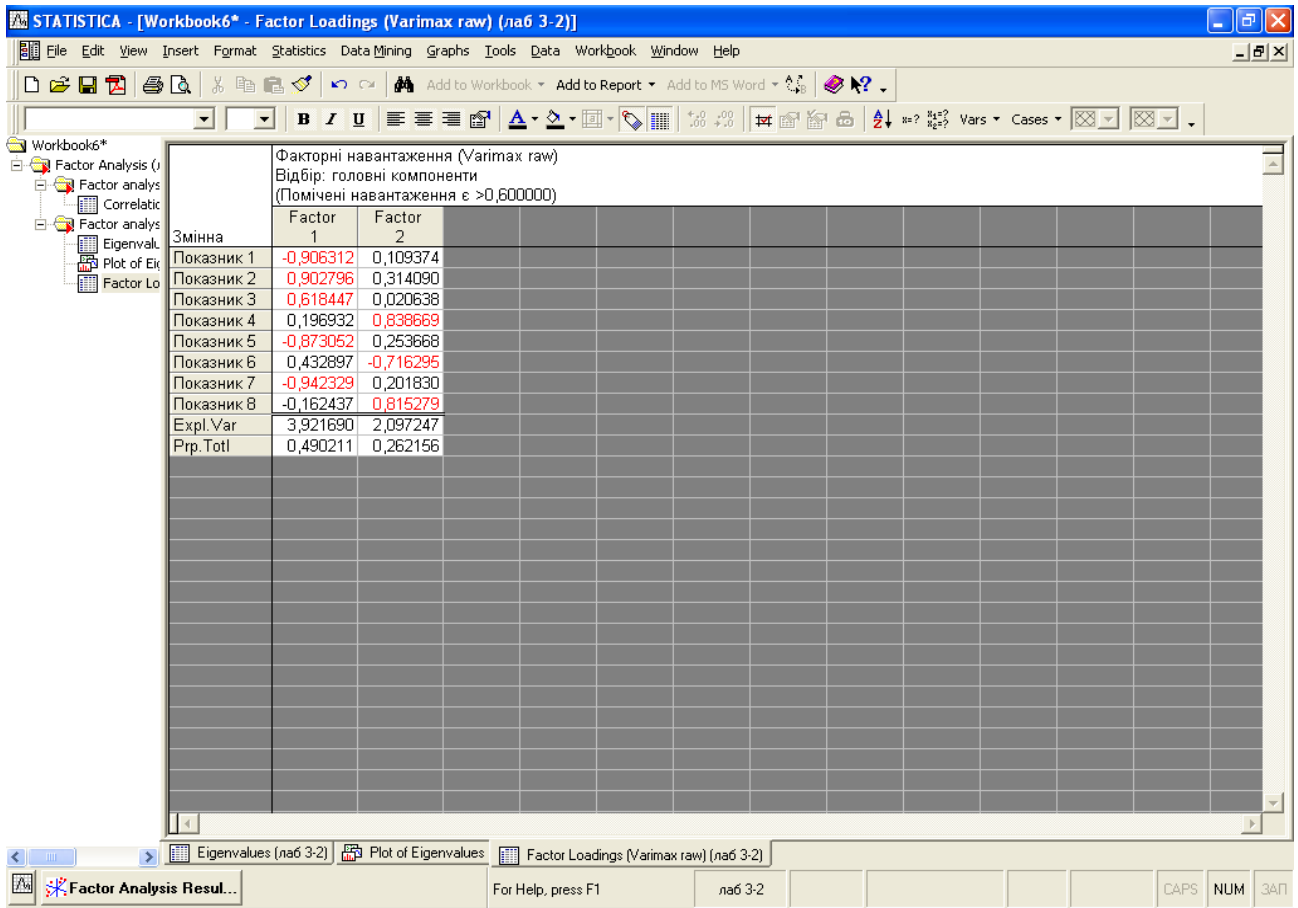


Рис. 2.12. Зведення факторних навантажень

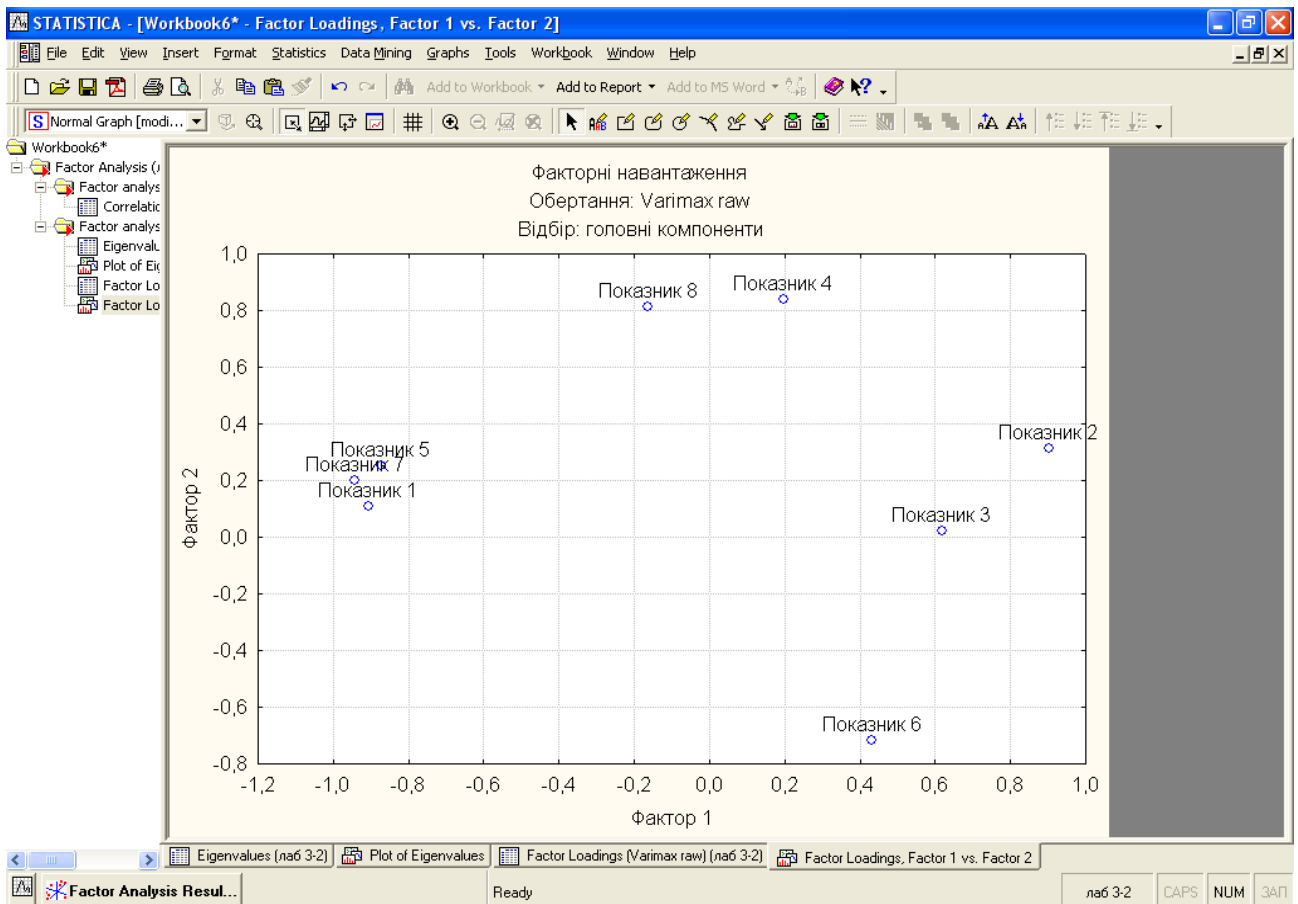


Рис. 2.13. 2-вимірна діаграма навантажень



КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ДО ТЕМИ 2

Блок запитань № 1

Коли виникли моделі факторного аналізу?

На якому етапі проведення факторного аналізу відбувається ...

- визначення факторів та їхньої оптимальної кількості;
- сортування власних значень у порядку спаду;
- стандартизація заданих значень змінних;
- обертання факторів;
- обчислення коефіцієнтів кореляції Пірсона між досліджуваними змінними;
- інтерпретація факторів;
- визначення власних значень редуційної кореляційної матриці?

Блок запитань № 2

Шостим етапом факторного аналізу є ...

Третім етапом факторного аналізу є ...

Першим етапом факторного аналізу є ...

П'ятим етапом факторного аналізу є ...

Сьомим етапом факторного аналізу є ...

Другим етапом факторного аналізу є ...

Четвертим етапом факторного аналізу є ...

Які цифри стоять на діагоналі кореляційної матриці під час компонентного аналізу?

Блок запитань № 3

У якому році К. Пірсон запропонував метод головних компонент?

У якому році Г. Хоттелінг докладно розробив метод головних компонент?

Як називається спосіб визначення кількості факторів, за якого залишають фактори, власні значення яких перевищують одиницю?

Хто докладно розробив метод головних компонент у 1933 році?

Як називається спосіб визначення кількості факторів, який ґрунтується на аналізі спеціального графіка?

У якому році був запропонований критерій Кайзера для визначення кількості факторів?

Хто запропонував метод головних компонент у 1901 році?

У якому році був запропонований критерій кам'янистого осипу для визначення кількості факторів?



ЛІТЕРАТУРА ДО ТЕМИ 2

1. Андерсон Т. Введение в многомерный статистический анализ / Т. Андерсон. – М. : Физматгиз, 1963. – 500 с. : ил.
2. Артеменко В. Б. Комплексне оцінювання ефективності соціально-економічного розвитку регіонів на основі критеріїв якості життя населення / В. Б. Артеменко // Регіон. економіка. – 2005. – № 3. – С. 84–93.
3. Бабак В. П. Статистична обробка даних : монографія / В. П. Бабак, А. Я. Білецький, О. П. Приставка, П. О. Приставка. – К. : МІВВЦ, 2001. – 388 с.
4. Веб-сторінка Державного комітету статистики України // Режим доступу : <http://www.ukrstat.gov.ua>
5. Веб-сторінка електронного підручника-довідника по SPSS // Режим доступу : <http://www.software.basnet.by/Methmath/DocMath/ManSpss/Spss.htm>
6. Веб-сторінка інформаційного ресурсного центру із практичної психології // Режим доступу : <http://www.psyfactor.org>
7. Веб-сторінка компанії StatSoft Russia // Режим доступу : <http://www.statsoft.ru>
8. Веб-сторінка лабораторії комп'ютерної графіки при факультеті обчислювальної математики та кібернетики МДУ ім. М. В. Ломоносова // Режим доступу : <http://www.library.graphicon.ru>
9. Веб-сторінка навчання працювати з SPSS // Режим доступу : <http://www.learnspss.ru>
10. Веб-сторінка факультету соціології та психології КНУ ім. Тараса Шевченка // Режим доступу : <http://www.socd.univ.kiev.ua>
11. Голиков А. П. Экономико-математическое моделирование мирохозяйственных процессов : учеб. пособие / А. П. Голиков. – Х. : Изд-во ХНУ, 2003. – 104 с.
12. Горкавий В. К. Математична статистика : навч. посіб. / В. К. Горкавий, В. В. Ярова. – К. : ВД “Професіонал”, 2004. – 384 с.
13. Економічна енциклопедія : у 3 т. Т. 3 / С. В. Мочерний та ін. – К. : Вид. центр “Акад.”, 2000. – 952 с.

14. Закон України “Про інноваційну діяльність” // Режим доступу : <http://rada.gov.ua>
15. Иберла К. Факторный анализ : пер с нем. / К. Иберла. – М. : Статистика, 1980. – 400 с.
16. Олексів І. Б. Напрями вдосконалення розвитку соціальної сфери (на прикладі Львівської області) / І. Б. Олексів, Н. Ю. Подольчак // Регіон. економіка. – 2005. – № 2. – С. 103–114.
17. Прикладная статистика. Основы эконометрики : учеб. для вузов : в 2 т. Т. 1 : Айвазян С. А., Мхитарян В. С. Теория вероятностей и прикладная статистика / С. А. Айвазян, В. С. Мхитарян. – 2-е изд., испр. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2001. – 656 с.
18. Садова У. Я. Факторний аналіз рівня життя населення в регіоні з пониженою місткістю ринку праці / У. Я. Садова, Л. К. Семів // Регіон. економіка. – 2005. – № 2. – С. 92–103.
19. Тоцька О. Л. Визначення прихованих факторів впливу на виробництво продуктів харчування у Волинському регіоні / О. Л. Тоцька // Регіон. економіка. – 2008. – № 3. – С. 182–188.
20. Тоцька О. Л. Використання програмного пакету StatSoft Statistica 6.0 для реалізації методу головних компонент факторного аналізу / О. Л. Тоцька // Перспективи розвитку економіки України : теорія, методологія, практика : матеріали XIV Міжнар. наук.-практ. конф., Луцьк, 26–27 трав. 2009 р. – Луцьк : РВВ “Вежа”, 2009. – С. 395–396.
21. Тоцька О. Л. Економіко-математичне моделювання випуску продукції в харчовій промисловості України : монографія / О. Л. Тоцька. – Луцьк : РВВ “Вежа” ВНУ ім. Лесі Українки, 2009. – 252 с.
22. Тоцька О. Л. Інформаційні системи в інноваційній діяльності : зб. тестів / О. Л. Тоцька. – Луцьк : Волин. нац. ун-т ім. Лесі Українки, 2010. – 64 с.
23. Тюрин Ю. Н. Анализ данных на компьютере / Ю. Н. Тюрин, А. А. Макаров ; под ред. В. Э. Фигурнова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : ИНФРА-М, 2003. – 544 с., ил.
24. Харман Г. Современный факторный анализ : пер. с англ. / Г. Харман. – М. : Статистика, 1972. – 486 с.

ТЕМА 3

АВТОМАТИЗАЦІЯ ОПТИМІЗАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ В ІННОВАЦІЙНІЙ ДІЯЛЬНОСТІ

3.1. Визначення та класифікація моделей

Характерною особливістю сучасного розвитку економічної науки є широке використання математичних методів і моделей для аналізу соціально-економічних явищ і процесів, виявлення наявних закономірностей, пошуку оптимального напрямку їх розвитку. Вони сприяють вивченню в нерозривному зв'язку кількісних та якісних сторін досліджуваних об'єктів.

У будь-якому економетричному дослідженні розрізняють такі чотири стадії:

- 1) формулювання підтримуваної гіпотези (специфікація моделі);
- 2) тестування підтримуваної гіпотези (оцінювання параметрів моделі);
- 3) вирішення на підставі певних критеріїв того, чи оцінки є задовільними та надійними;
- 4) визначення придатності моделі до передбачення.

Інакше кажучи, економетричне моделювання полягає у проходженні таких етапів: теорія → теоретична модель → економетрична модель → оцінювальне тестування (за допомогою даних та статистичного припущення) → прогнозування. Тобто *моделювання* є одним із методів наукового пізнання, коли дослідження певного об'єкта відбувається шляхом побудови його моделі.

Згідно з економічною енциклопедією, *модель* – це матеріальний (фізичний) або уявний (абстрактний, знаковий) об'єкт, який у процесі дослідження реального об'єкта замінює його так, що дослідження об'єкта-замінника дає нові знання про об'єкт-оригінал. А походить цей термін від лат. *modulus*, що означає “міра”, “зразок”.

Моделювання почали використовувати дуже давно. Воно застосовується тоді, коли:

- 1) досліджуваний об'єкт безпосередньо вивчити неможливо;
- 2) об'єкта ще не має;
- 3) дослідження потребує значних затрат коштів і часу;
- 4) потрібно перевірити гіпотези.

Виділяють декілька важливих причин, чому економісти, як і інші науковці, використовують моделі. Одна з них полягає в тому, що справжній світ є таким комплексом, який потрібно спростити й відокремити, якщо збираються робити будь-який прогрес. Іншою є те, що проста модель може бути найдешевшим шляхом отримання потрібної інформації.

Класифікацію моделей, залежно від обраного критерію, відображено на рис. 3.1.

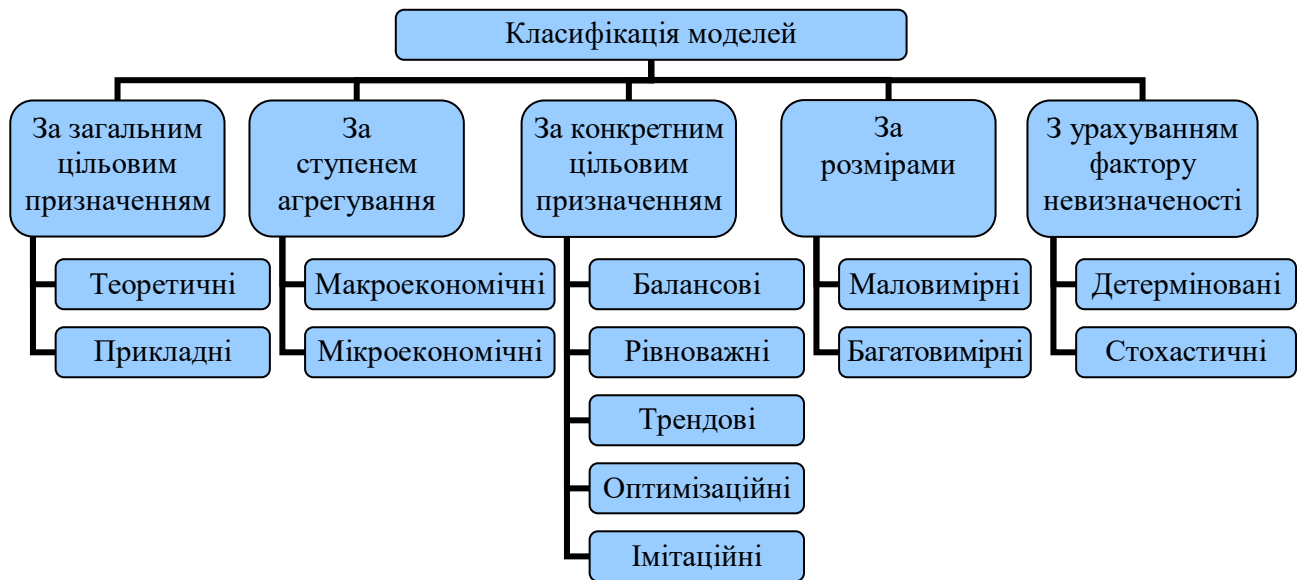


Рис. 3.1. Класифікація моделей

Слід зазначити, що балансові моделі відображають відповідність ресурсів і їх використання; рівноважні – витрати–випуск; трендові – специфічну тенденцію економічної системи; оптимізаційні – дають змогу вибрати найбільш раціональний варіант; імітаційні – призначені для використання у процесах машинної обробки.

3.2. Теоретичні відомості про оптимізаційне моделювання

Одними з найбільш популярних моделей є оптимізаційні. Найчастіше їх використовують у дослідженнях виробництва продукції.

Згідно з Державними стандартами України, керування виробництвом – це система заходів впливу на виконавців, зайнятих у процесі виробництва, та через них на засоби виробництва, що здійснюється свідомо, цілеспрямовано, планомірно і сприяє виготовленню продукції потрібної кількості та якості з найменшими трудовими й матеріальними витратами. Обсяг випуску продукції залежить від великої кількості показників, визначення екстремальних значень яких можуть бути цілями діяльності підприємства: доходу, прибутку, собівартості, попиту (збуту) тощо. Тому перед фахівцями з управління виробництвом постає завдання вибору оптимального асортименту продукції з можливих альтернатив. Воно розв’язується за допомогою побудови *оптимізаційної моделі*, складовими частинами якої є:

- наявність одного чи декількох критеріїв оптимальності;
- наявність системи обмежень, яка формується на основі постановки задачі та є системою рівнянь чи нерівностей.

Слід зазначити, що критерієм оптимальності, згідно з держстандартами, є конкретний кількісний показник, за яким відбирають оптимальний варіант рішення із множини можливих.

Загалом оптимізаційну задачу зображають так:

знайти екстремум функції $K = f(x_1, x_2, \dots, x_n) \rightarrow \text{extr} (\text{max} \text{ чи } \text{min})$

за обмежень $f_i(x_1, x_2, \dots, x_n) \{ \leq, =, \geq \} b_i (i = \overline{1, m})$

та умов невід’ємності змінних $x_j \geq 0 (j = \overline{1, n})$,

де K – критерій економічної ефективності дій (показує, наскільки один варіант кращий чи гірший за інший); x_1, x_2, \dots, x_n – фактори, які впливають на критерій; f – функція, яка визначає критерій оптимальності.

Алгоритм її розв’язування полягає у проходженні таких етапів:

1) вибір завдання (визначення критерію оптимальності й існування множини можливих і допустимих рішень);

2) змістова постановка завдання: вхідні дані; шукані змінні; межі, у яких можуть міститися значення шуканих величин; залежності між змінними;

- 3) формування математичної моделі;
- 4) збір вхідних даних;
- 5) розв'язання задачі;
- 6) аналіз отриманого оптимального розв'язку;
- 7) прийняття рішення;
- 8) керівництво з реалізації рішення.

Побудові оптимізаційних моделей випуску продукції присвятили дослідження такі вітчизняні науковці, як А. Ф. Гукалюк, М. М. Карбовник, В. Р. Кігель, І. Б. Олексів, О. О. Орлов, С. В. Прокопов, О. С. Сенишин, В. М. Цицак, а також зарубіжні вчені Н. І. Холод, А. В. Кузнецов, Я. Н. Жихар й ін. У роботах дослідники аналізують різноманітні критерії оптимальності (максимум обсягу реалізованої продукції, максимум частки освоєного цільового ринку, максимум доходу, максимум прибутку, максимум корисності для споживачів, максимум прибутковості інновацій, мінімум витрат на випуск продукції, максимум випуску продукції, мінімум витрат ресурсів, максимум рентабельності, максимум продуктивності праці, максимум завантаження обладнання тощо), будують на їх основі економіко-математичні моделі підтримки прийняття рішень.

Слід зазначити, що використання методів оптимізації виробничої програми фірми для максимізації прибутку започаткував 1939 року відомий радянський учений, лауреат Нобелівської премії в галузі економіки 1975 року Л. В. Канторович:

$$k = \sum_{j=1}^n p_j x_j \rightarrow \max,$$

де j – номер окремого виду продукції ($j = \overline{1, n}$); n – кількість видів продукції; x_j – обсяг продукції j -го виду; p_j – прибуток (ціна – загальні витрати) від продажу одиниці продукції j -го виду.

Однак учений не враховує те, що прибуток зі зростанням обсягів виробництва збільшується нелінійно (непропорційно). Тому О. О. Орлов пропонує уточнити цю формулу, розділивши в ній усі загальні витрати на дві групи: постійні та змінні:

$$k = \sum_{j=1}^n M_j x_j - B_{\text{ном}} \rightarrow \max,$$

де M_j – маржинальний прибуток (ціна – змінні витрати) від продажу одиниці продукції j -го виду; $B_{\text{ном}}$ – постійні витрати загалом по підприємству.

Ці зміни обґрунтовувалися тим, що зі зростанням обсягів виробництва приріст прибутку тим більший, чим більша питома вага постійних витрат у собівартості продукції.

Отож різні вчені виділяють іноді однакові, а іноді й відмінні критерії. Незважаючи на це, усі вони мають відповідати обраній проблемі та володіти певними бажаними властивостями. Так, зарубіжні науковці Р. Кіні та Х. Райфа вважають, що в будь-якій проблемі, пов'язаній із прийняттям рішення, важливо, щоб використовуваний набір критеріїв був повним – охоплював усі важливі аспекти проблеми; дієвим – міг з користю застосовуватися в аналізі; здатним до поділу – щоб процес оцінювання можна було спростити, розбивши його на частини; не надлишковим – не дублював урахування різних аспектів наслідків; і мінімальним – щоб розмірність проблеми залишалась якомога меншою. Тобто ці п'ять властивостей є своєрідними цілями, яких потрібно досягнути.

Оскільки в оптимізаційних моделях неможливо одночасно досягнути мети за всіма критеріями, то постає питання вибору компромісного рішення. Принципи вибору схеми компромісу відображено на рис. 3.2.

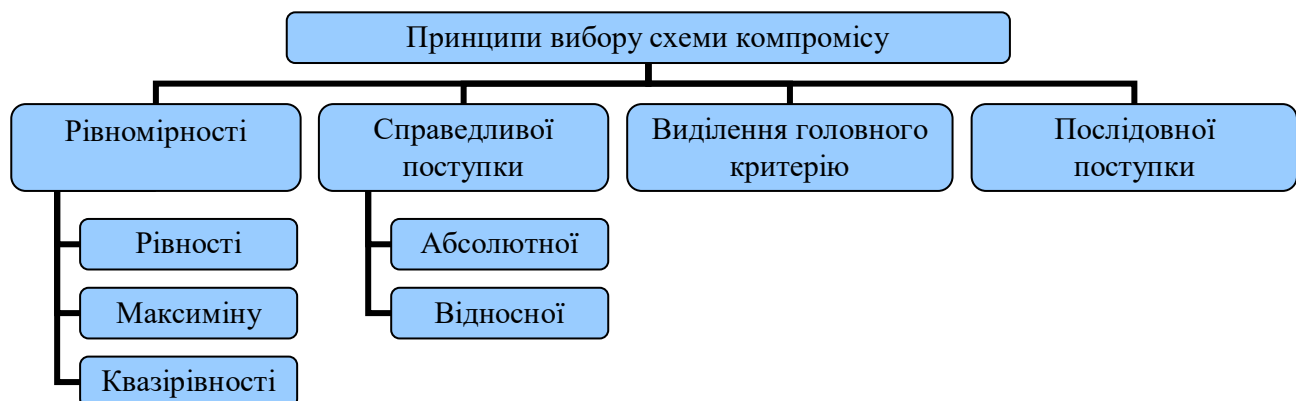


Рис. 3.2. Принципи вибору схеми компромісу

Принцип рівномірності полягає у прагненні до рівномірного й гармонійного підвищення якості операції за всіма локальними критеріями. Він має декілька різновидів:

а) принцип рівності – найкращим компромісним рішенням вважається таке, за якого досягається рівність усіх локальних критеріїв;

б) принцип максиміну (гарантованого рівня) – рівень усіх критеріїв підвищується за рахунок “підтягування” найгіршого з критеріїв (значення якого найменше);

в) принцип квазірівності – рішення вважається найкращим, якщо значення окремих локальних критеріїв відрізняються одне від одного не більше, ніж на раніше задану величину відхилення.

Принцип справедливої поступки ґрунтується на оцінюванні й зіставленні приросту та зменшення рівня локальних критеріїв. Він також має декілька видів:

а) принцип абсолютної поступки – справедливим є такий компроміс, за якого сумарний абсолютний рівень зниження одного чи декількох критеріїв не перевищує сумарного абсолютного рівня підвищення інших критеріїв;

б) принцип відносної поступки – справедливим є такий компроміс, за якого сумарний відносний рівень зниження якості одного чи декількох критеріїв не перевищує сумарного відносного рівня підвищення якості за іншими критеріями.

Принцип виділення головного критерію полягає у виборі із множини локальних критеріїв k_1, k_2, \dots, k_n одного як головного, інші ж мають бути не меншими деяких заданих значень.

Принцип послідовної поступки складається з таких етапів:

1) розміщення критеріїв ефективності k_1, k_2, \dots, k_n у порядку спаду важливості, тобто $k_1 \succ k_2 \succ \dots \succ k_n$, де \succ – знак відношення переваги;

2) пошук рішення, яке перетворить в екстремум (максимум чи мінімум) головний показник ефективності k_1 ;

3) призначення деякої поступки Δk_1 , яку можна допустити для перетворення в екстремум другого показника k_2 ;

4) накладення на величину цільової функції, оптимальну за критерієм k_1 , обмеження, величина якого \bar{k}_1 буде не менша, ніж $k_1 - \Delta k_1$ (якщо k_1 перетворювався в максимум), або не більша, ніж $k_1 + \Delta k_1$ (якщо k_1 перетворювався в мінімум);

5) пошук рішення, яке перетворить в екстремум k_2 ;

б) повторення 3–5-го кроків для наступних показників.

Цей принцип, який іноді ще називають методом послідовних надходжень, застосовується тоді, коли в задачі векторної оптимізації частинні критерії можна впорядкувати за спаданням важливості. У деяких джерелах він відомий також під назвою “метод послідовної оптимізації”, оскільки трансформує багатокритеріальну оптимізаційну задачу в упорядковану послідовність однокритеріальних; чи “лексикографічного упорядкування рішень”, тому що підпадає під правило упорядкування слів за алфавітом під час створення словників.

3.3. Приклад побудови оптимізаційної моделі в інноваційній діяльності

Приклад. Побудуємо оптимізаційну модель виробництва продукції (у тому числі – інноваційної), використавши для автоматизації процесу електронну таблицю Microsoft Excel.

Початкові параметри:

кількість видів товарів – 12 (у тому числі 6 – інноваційних);

кількість видів основної сировини – 3;

критерій оптимальності – максимум прибутку;

вхідні дані – відображено на рис. 3.4;

алгоритм автоматизації – описано у підрозділі 3.4.

Отримані у результаті застосування надбудови Microsoft Excel “Пошук рішення” вихідні дані відображено на рис. 3.5, оптимальні обсяги виробництва продукції – на рис. 3.3.

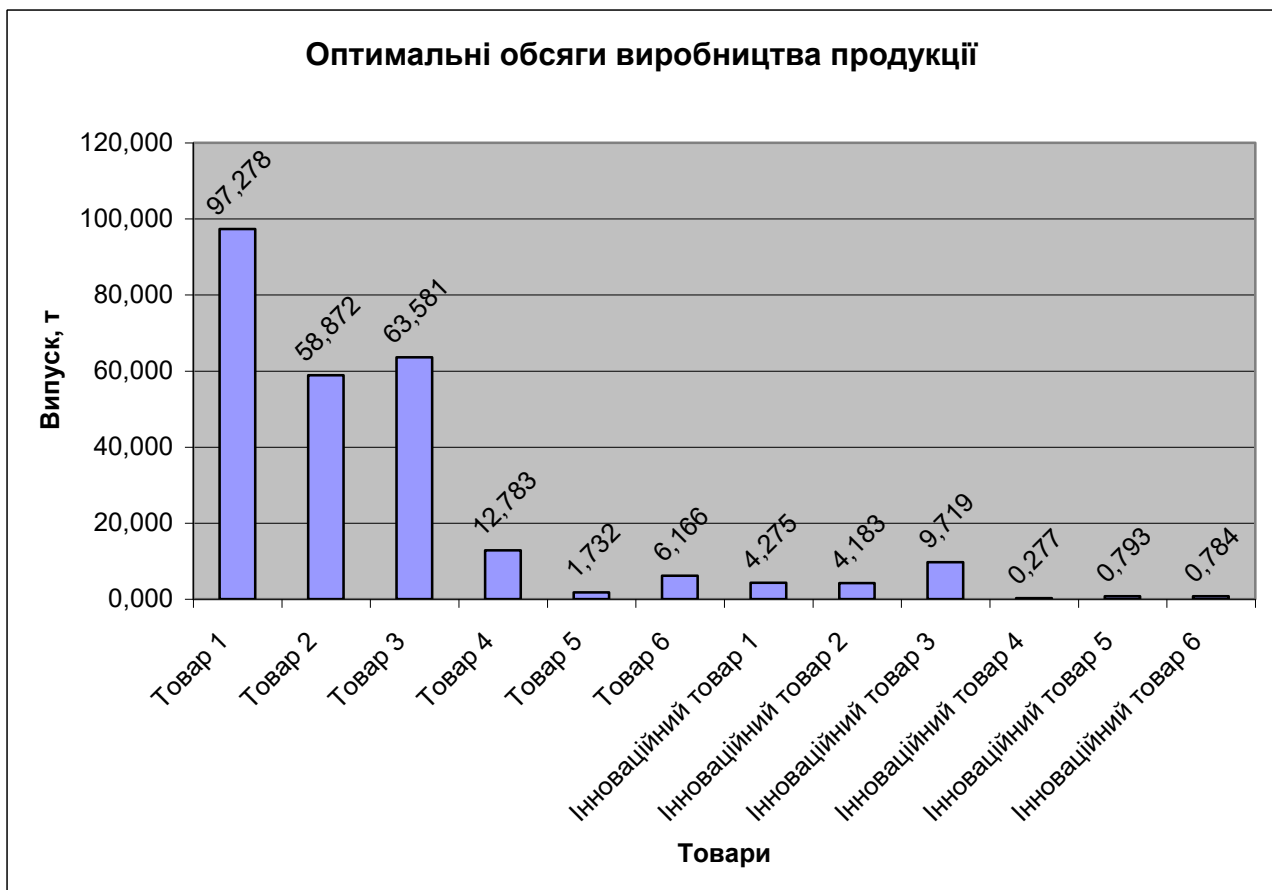


Рис. 3.3. Діаграма з результатами оптимізаційного моделювання

Максимальний прибуток при цьому дорівнює 115799,52 грн.

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
2	Оптимізаційна модель виробництва продукції														
3	Показник	Товар 1	Товар 2	Товар 3	Товар 4	Товар 5	Товар 6	Інноваційний товар 1	Інноваційний товар 2	Інноваційний товар 3	Інноваційний товар 4	Інноваційний товар 5	Інноваційний товар 6	Сума за усім обсягом продукції	Обмеження на весь обсяг продукції
4	Вага виробу, кг	0,7	0,6	0,7	0,5	0,6	0,4	0,4	0,4	0,3	0,4	0,2	0,1		
5	Витрати основної сировини 1 на виготовлення 1 т продукції, кг		550,18			766,78	788,52	778,77	623,42	685,33	663,93	642,95	580,38		52327,10
6	Витрати основної сировини 2 на виготовлення 1 т продукції, кг	356,56	235,80	779,29	424,64										103543,17
7	Витрати основної сировини 3 на виготовлення 1 т продукції, кг	356,57			247,82										37854,18
8	Затрати часу на виготовлення партії продукції, хв	55	55	55	55	45	45	45	45	40	40	40	40		35496
9	Місткість партії випуску продукції, т	0,800	0,686	0,800	0,571	0,686	0,457	0,457	0,457	0,343	0,457	0,229	0,114		
10	Кількість партій випуску продукції														
11	Змінні загальні витрати на виготовлення 1 т продукції, грн	1034,35	1214,10	1185,50	1493,25	1687,10	1740,10	1750,10	3385,10	2419,10	3177,60	3485,10	2622,10		580000,00
12	Чистий дохід від продажу 1 т продукції, грн	1226,20	2166,67	1726,20	2400,00	2300,55	2812,50	2812,50	4166,67	4722,22	4583,33	5416,67	3000,00		
13	Маржинальний прибуток від продажу 1 т продукції, грн														
14	Постійні загальні витрати, грн													45000,00	
15	Загальні витрати (повна собівартість) на виготовлення продукції, грн														
16	Прибуток від продажу продукції, грн														
17	Планований обсяг випуску продукції, т	98,844	60,124	64,730	7,183	1,698	6,270	4,380	4,591	5,338	0,366	0,905	0,913		
18	Мінімальний обсяг виготовлення продукції, т	97,278	58,872	62,129	7,717	1,732	6,166	4,275	4,183	4,616	0,277	0,793	0,784		
19	Максимальний обсяг виготовлення продукції, т													298	
20	Умови невід'ємності змінних	0													
21	Критерій оптимальності														
22	Прибуток, грн														
23	Чистий дохід, грн														
24	Повна собівартість, грн														
25	Випуск продукції, т														
26	Витрати основної сировини, кг														
27	Затрати часу, хв														

Рис. 3.4. Вхідні дані оптимізаційної моделі виробництва продукції

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	
2	Оптимізаційна модель виробництва продукції															
3	Показник	Товар 1	Товар 2	Товар 3	Товар 4	Товар 5	Товар 6	Інноваційний товар 1	Інноваційний товар 2	Інноваційний товар 3	Інноваційний товар 4	Інноваційний товар 5	Інноваційний товар 6	Сума за усім обсягом продукції	Обмеження на весь обсяг продукції	
4	Вага виробу, кг	0,7	0,6	0,7	0,5	0,6	0,4	0,4	0,4	0,3	0,4	0,2	0,1			
5	Витрати основної сировини 1 на виготовлення 1 т продукції, кг		550,18			766,78	788,52	778,77	623,42	685,33	663,93	642,95	580,38	52327,10	52327,10	
6	Витрати основної сировини 2 на виготовлення 1 т продукції, кг	356,56	235,80	779,29	424,64									103543,17	103543,17	
7	Витрати основної сировини 3 на виготовлення 1 т продукції, кг	356,57			247,82									37854,18	37854,18	
8	Затрати часу на виготовлення партії продукції, хв	55	55	55	55	45	45	45	45	40	40	40	40	20136	35496	
9	Місткість партії випуску продукції, т	0,800	0,686	0,800	0,571	0,686	0,457	0,457	0,457	0,343	0,457	0,229	0,114			
10	Кількість партій випуску продукції	122	86	79	22	3	13	9	9	28	1	3	7			
11	Змінні загальні витрати на виготовлення 1 т продукції, грн	1034,35	1214,10	1185,50	1493,25	1687,10	1740,10	1750,10	3385,10	2419,10	3177,60	3485,10	2622,10	331063,31	580000,00	
12	Чистий дохід від продажу 1 т продукції, грн	1226,20	2166,67	1726,20	2400,00	2300,55	2812,50	2812,50	4166,67	4722,22	4583,33	5416,67	3000,00	491862,83		
13	Маржинальний прибуток від продажу 1 т продукції, грн	191,85	952,57	540,70	906,75	613,45	1072,40	1062,40	781,57	2303,12	1405,73	1931,57	377,90	160799,52		
14	Постійні загальні витрати, грн													45000,00		
15	Загальні витрати (повна собівартість) на виготовлення продукції, грн													376063,31		
16	Прибуток від продажу продукції, грн													115799,52		
17	Планований обсяг випуску продукції, т	97,278	58,872	63,581	12,783	1,732	6,166	4,275	4,183	9,719	0,277	0,793	0,784	260,443		
18	Мінімальний обсяг виготовлення продукції, т	97,278	58,872	62,129	7,717	1,732	6,166	4,275	4,183	4,616	0,277	0,793	0,784	248,822		
19	Максимальний обсяг виготовлення продукції, т													298		
20	Умови невід'ємності змінних	0														
21	Критерій оптимальності															
22	Прибуток, грн	115799,52														
23	Чистий дохід, грн	491862,83														
24	Повна собівартість, грн	376063,31														
25	Випуск продукції, т	260,443														
26	Витрати основної сировини, кг	193724,45														
27	Затрати часу, хв	20136														

Рис. 3.5. Вихідні дані оптимізаційної моделі виробництва продукції

3.4. Автоматизація оптимізаційної моделі за допомогою електронної таблиці Microsoft Excel

Для автоматизації оптимізаційної моделі за допомогою програми *Microsoft Excel* потрібно виконати такі дії:

1) створити на першому аркуші *Microsoft Excel* (назвати його **оптимум**) у комірках B2:P27 таблицю (див. рис. 3.4);

2) увести формули в комірки:

а) набрати подані нижче формули:

$$C10=C17/C9,$$

$$C13=C12-C11,$$

$$O5=C5*\$C\$17+D5*\$D\$17+E5*\$E\$17+F5*\$F\$17+G5*\$G\$17+H5* \\ *\$H\$17+I5*\$I\$17+J5*\$J\$17+K5*\$K\$17+L5*\$L\$17+M5*\$M\$17+ \\ +N5*\$N\$17;$$

б) скопіювати їх у комірки **D10:N10**, **D13:N13** та **O6:O7**, **O11:O13** відповідно;

в) набрати також формули:

$$C22=O13-O14,$$

$$C24=O11+O14,$$

$$C25=СУММ(C17:N17),$$

$$C27=C8*C10+D8*D10+E8*E10+F8*F10+G8*G10+H8*H10+I8* \\ *I10+J8*J10+K8*K10+L8*L10+M8*M10+N8*N10;$$

г) скопіювати їх у комірки **O16**, **O15**, **O17** та **O8** відповідно;

г) набрати також формули:

$$C23=C12*C17+D12*D17+E12*E17+F12*F17+G12*G17+H12* \\ *H17+I12*I17+J12*J17+K12*K17+L12*L17+M12*M17+N12*N17,$$

$$C26=СУММ(O5:O7),$$

$$O18=СУММ(C18:N18);$$

3) заповнити створену таблицю даними;

4) знайти оптимальне значення критерію (у нашому випадку – максимум прибутку) за допомогою надбудови *Microsoft Excel* “Пошук рішення” (діалогове вікно див. на рис. 3.6);

5) побудувати діаграму з результатами оптимізаційного моделювання (див. рис. 3.3);

Установити цільову комірку: \$C\$22,					
яка дорівнює: <input checked="" type="checkbox"/> максимальному значенню;		<input type="checkbox"/> значенню 0			
<input type="checkbox"/> мінімальному значенню;					
Змінюючи комірки: C17:N17					
Обмеження:					
C17>=C18	O5<=P5	O8<=P8	O11<=P11	O17<=O19	C17>=0
D17>=D18	O6<=P6				D17>=0
E17>=E18	O7<=P7				E17>=0
F17>=F18					F17>=0
G17>=G18					G17>=0
H17>=H18					H17>=0
I17>=I18					I17>=0
J17>=J18					J17>=0
K17>=K18					K17>=0
L17>=L18					L17>=0
M17>=M18					M17>=0
N17>=N18					N17>=0

Рис. 3.6. Діалогове вікно пошуку рішення

б) перевірити орфографію:

виділити аркуш з даними → Сервіс → Орфографія → у рядку “Мова довідника” вибрати українську → Пропустити або Замінити → ОК.



КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ДО ТЕМИ 3

Блок запитань № 1

На якій стадії економетричного дослідження відбувається ...

- вирішення на підставі певних критеріїв того, чи оцінки є задовільними та надійними;
- визначення придатності моделі до передбачення;
- специфікація моделі;
- тестування підтримуваної гіпотези;
- формулювання підтримуваної гіпотези;
- оцінювання параметрів моделі?

Третьою стадією економетричного дослідження є ...

Першою стадією економетричного дослідження є ...

Четвертою стадією економетричного дослідження є ...

Другою стадією економетричного дослідження є ...

Блок запитань № 2

За яким критерієм моделі поділяються на ...

- маловимірні і багатовимірні;
- балансові, рівноважні, трендові, оптимізаційні й імітаційні;
- теоретичні і прикладні;
- детерміновані і стохастичні;
- макроекономічні і мікроекономічні?

Конкретне цільове призначення – це критерій поділу моделей на ...

Загальне цільове призначення – це критерій поділу моделей на ...

Урахування фактору невизначеності – це критерій поділу моделей на ...

Розмір – це критерій поділу моделей на ...

Ступінь агрегування – це критерій поділу моделей на ...

Блок запитань № 3

Які моделі ...

- відображають специфічну тенденцію економічної системи;

- дають змогу вибрати найбільш раціональний варіант;
- відображають відповідність ресурсів і їх використання;
- призначені для використання у процесах машинної обробки;
- відображають витрати–випуск?

Оптимізаційні – це моделі, які ...

Трендові – це моделі, які ...

Балансові – це моделі, які ...

Імітаційні – це моделі, які ...

Рівноважні – це моделі, які ...

Блок запитань № 4

На якому етапі алгоритму розв'язування оптимізаційної задачі відбувається ...

- формування математичної моделі;
- розв'язання задачі;
- збір вхідних даних;
- визначення існування множини можливих і допустимих рішень;
- прийняття рішення;
- вибір завдання;
- керівництво з реалізації рішення;
- визначення критерію оптимальності;
- аналіз отриманого оптимального розв'язку;
- змістова постановка завдання?

Блок запитань № 5

Четвертим етапом алгоритму розв'язування оптимізаційної задачі є ...

Шостим етапом алгоритму розв'язування оптимізаційної задачі є ...

Першим етапом алгоритму розв'язування оптимізаційної задачі є ...

П'ятим етапом алгоритму розв'язування оптимізаційної задачі є ...

Сьомим етапом алгоритму розв'язування оптимізаційної задачі є ...

Восьмим етапом алгоритму розв'язування оптимізаційної задачі є ...

Третім етапом алгоритму розв'язування оптимізаційної задачі є ...

Другим етапом алгоритму розв'язування оптимізаційної задачі є ...

Як з латинської мови перекладається слово *modulus*?

Хто започаткував використання методів оптимізації виробничої програми фірми для максимізації прибутку?

Блок запитань № 6

Яким має бути набір критеріїв, щоб ...

- він не дублював урахування різних аспектів наслідків;
- процес оцінювання можна було спростити, розбивши його на частини;

- він охоплював усі важливі аспекти проблеми;

- розмірність проблеми залишалась якомога меншою;

- з користю застосовуватися в аналізі?

Набір критеріїв має бути дієвим, щоб ...

Набір критеріїв має бути не надлишковим, щоб ...

Набір критеріїв має бути здатним до поділу, щоб ...

Набір критеріїв має бути мінімальним, щоб ...

Набір критеріїв має бути повним, щоб ...



ЛІТЕРАТУРА ДО ТЕМИ 3

1. Гукалюк А. Ф. Моделювання процесу розробки оптимальної виробничої програми / А. Ф. Гукалюк, О. С. Сенишин // Актуальні проблеми економіки. – 2006. – № 9. – С. 204–211.
2. ДСТУ 2960-94 “Організація промислового виробництва. Основні поняття. Терміни та визначення”, набрав чинності 01.01.96 р.
3. ДСТУ 2962-94 “Організація промислового виробництва. Облік, аналіз та планування. Господарювання на промисловому підприємстві. Терміни та визначення”, набрав чинності 01.01.96 р.
4. Экономико-математические методы и модели : учеб. пособие / Н. И. Холод, А. В. Кузнецов, Я. Н. Жихар и др. ; под общ. ред. А. В. Кузнецова. – 2-е изд. – Мн. : Изд-во БГЭУ, 2000. – 412 с.
5. Економічна енциклопедія : у 3 т. Т. 1 / С. В. Мочерний та ін. – К. : Вид. центр “Акад.”, 2000. – 864 с.
6. Закон України “Про інноваційну діяльність” // Режим доступу : <http://rada.gov.ua>
7. Карбовник М. М. Модель визначення оптимальної стратегії розвитку виробничо-торговельного підприємства / М. М. Карбовник // Проблеми економічної кібернетики : тези доп. XII Всеукр. наук.-метод. конф., Львів, 3–5 жовт. 2007 р. – Л. : Вид-во ЛНУ ім. І. Франка, 2007. – С. 56–57.
8. Карпов В. Г. Оптимизационные экономические расчеты с использованием табличных процессоров : учеб. пособие / В. Г. Карпов, Н. Н. Карнаухов. – Тюмень : Изд-во Тюмен. ГНГУ, 2000. – 75 с.
9. Кігель В. Р. Методи і моделі підтримки прийняття рішень у ринковій економіці : монографія / В. Р. Кігель. – К. : ЦУЛ, 2003. – 202 с.
10. Кини Р. Л. Принятие решений при многих критериях : предпочтения и замещения : пер. с англ. / Р. Л. Кини, Х. Райфа ; под ред. И. Ф. Шахнова. – М. : Радио и связь, 1981. – 560 с. : ил.
11. Миненко С. Н. Экономико-математическое моделирование : учеб. пособие / С. Н. Миненко, Г. И. Гамазина. – М. : Изд-во МГИУ, 2001. – 156 с.

12. Олексів І. Б. Метод прийняття управлінських рішень на засадах компромісного розв'язання / І. Б. Олексів // Актуальні проблеми економіки. – 2004. – № 12. – С. 142–149.
13. Орлов О. О. Планування діяльності промислового підприємства : підручник / О. О. Орлов. – К. : Скарби, 2002. – 336 с.
14. Пашута М. Т. Прогнозування та програмування економічного і соціального розвитку : навч. посіб. / М. Т. Пашута. – К. : ЦУЛ, 2005. – 408 с.
15. Петров Е. Г. Методи і засоби прийняття рішень у соціально-економічних системах : навч. посіб. / Е. Г. Петров, М. В. Новожилова, І. В. Гребеннік ; за ред. Е. Г. Петрова. – К. : Техніка, 2004. – 256 с.
16. Пинегина М. В. Математические методы и модели в экономике : учеб. пособие для студ. вузов экон. спец. / М. В. Пинегина. – М. : Экзамен, 2004. – 128 с.
17. Пономаренко О. І. Системні методи в економіці, менеджменті та бізнесі : навч. посіб. / О. І. Пономаренко, В. О. Пономаренко. – К. : Либідь, 1995. – 240 с.
18. Прокопов С. В. Экономико-математическое моделирование промышленного производства : учеб. пособие для студ. / С. В. Прокопов. – К. : Ин-т економіки НАН України, 2002. – 202 с.
19. Тоцька О. Л. Економіко-математичне моделювання випуску продукції в харчовій промисловості України : монографія / О. Л. Тоцька. – Луцьк : РВВ “Вежа” ВНУ ім. Лесі Українки, 2009. – 252 с.
20. Тоцька О. Л. Інформаційні системи в інноваційній діяльності : зб. тестів / О. Л. Тоцька. – Луцьк : Волин. нац. ун-т ім. Лесі Українки, 2010. – 64 с.
21. Тоцька О. Л. Нобелівські лауреати з економіки : цікава статистика, або хто наступний? / О. Л. Тоцька // Економіст. – 2004. – № 9. – С. 68–69.
22. Тоцька О. Л. Основи побудови економіко-математичних моделей / О. Л. Тоцька // Реформування фінансово-кредитної системи і стимулювання економічного зростання : матеріали міжнар. наук.-практ. конф. : тези доп., Луцьк, 4–5 черв. 2004 р. – Луцьк : ПП Іванюк В. П., 2004. – С. 200–202.
23. Тоцька О. Л. Прийняття компромісного рішення при багатокритеріальній оптимізації випуску продукції / О. Л. Тоцька //

-
- Вісн. Львів. ун-ту : Сер. екон. – Л. : Вид-во ЛНУ ім. І. Франка. – 2007. – Вип. 37 (2). – С. 351–358.
24. Цицак В. Моделювання виробничої програми підприємства / В. Цицак // Філософія економіки Івана Франка й сучасні економічні проблеми : матеріали міжнар. наук. студ.-асп. конф., Львів, 5–6 трав. 2006 р. – Л. : Вид-во ЛНУ ім. І. Франка, 2006. – С. 252–253.
25. Цицак В. Моделювання виробничої програми підприємства за умов нечіткого попиту на продукцію / В. Цицак // Вісн. Львів. ун-ту : Сер. екон. – Л. : Вид-во ЛНУ ім. І. Франка. – 2007. – Вип. 37 (2). – С. 390–397.
26. Цицак В. Нечіткий підхід до моделювання гнучких обмежень попиту на продукцію у задачі пошуку оптимального плану виробництва / В. Цицак // Нові обрії економічної науки : матеріали міжнар. наук. студ.-асп. конф., Львів, 11–12 трав. 2007 р. – Л. : Вид-во ЛНУ ім. І. Франка, 2007. – С. 262–263.
27. Koutsoyiannis A. Theory of econometrics: an introductory exposition of econometric methods / A. Koutsoyiannis. – Macmillan publishers Ltd, 1985. – 681 p.
28. Mansfield E. Microeconomics: theory and applications / E. Mansfield. – 8-th ed. – W. W. Norton & Company, Inc., 1994. – 572 p.
29. Spanos A. Statistical foundations of econometric modelling / A. Spanos. – Cambridge university press, 1987. – 695 p.

ТЕМА 4

АВТОМАТИЗАЦІЯ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ В ІННОВАЦІЙНІЙ ДІЯЛЬНОСТІ

4.1. Теоретичні відомості про імітаційне моделювання

Сучасна економічна наука широко використовує *імітаційне моделювання* (від лат. *imitatio* – підробка, наслідування) для вивчення соціально-економічних явищ і процесів. Свідченням цьому може слугувати навіть кількість термінів, які використовують для позначення імітаційного моделювання: “цифрове”, “машинне”, “програмне”, “статистичне”, “імовірнісне”, “автоматне”, “динамічне”, а також “метод машинної імітації”. У зарубіжній літературі цьому терміну відповідають *computer simulation* та *digital simulation*. Іноді імітаційне моделювання називають також симулятивним.

Імітація дає змогу тестувати моделі та процеси без їх фізичного створення. При цьому досить значними є заощадження витрат і часу. Симуляція може застосовуватися для синтезу й оцінювання проблем процесу, а також для передбачення роботи моделі. Багато видів аналізів типу “що буде, якщо ...” може бути виконано в короткий термін і з надійними результатами. Зокрема, виділяють такі чотири основні причини імітації моделі: зразкова перевірка та оцінювання, історично-політичний аналіз, прогнозування, політичне розпорядження.

Зарубіжні вчені Р. Шеннон і В. Байлес досліджували наукову діяльність групи дійсних членів Американського товариства дослідження операцій і встановили, що імітаційне моделювання є одним із найбільш популярних наукових методів. Воно поступається тільки теорії імовірностей та економічному аналізу (оцінюванню ефективності витрат), оскільки з його допомогою можна імітувати, “програвати” можливі варіанти перебігу процесу й отримувати інформацію для їх оцінювання.

Імітаційною моделлю економічної системи вважається модель, яка відтворює не тільки структуру і статичний взаємозв'язок складових частин системи, а й імітує динаміку її розвитку в часі. Імітаційні моделі можуть стати важливим засобом наукового аналізу та базою для прийняття обґрунтованих рішень у складних процесах, можливість вивчення яких за допомогою формалізованих моделей є проблематичною.

Проблематиці імітаційного моделювання присвятили публікації такі українські науковці, як О. О. Бакаєв, Е. П. Карпець, О. Г. Кононенко, О. Кононець, Н. І. Костіна, К. С. Марахов, Л. О. Позднякова, В. А. Ревін, С. В. Сучок, Л. Тарангул, Д. В. Титаренко, В. Удовенко, П. Черняховська, І. М. Шиш, М. В. Яровицький, а також зарубіжні вчені Г. В. Беляєв, К. А. Власова, Р. В. Дума, О. А. Ємельянов, В. Кельтон, Дж. Клейнен, А. Лоу, В. Ф. Петроченко, Є. В. Прошлякова, Н. А. Саломатін, Р. Шеннон й ін.

За допомогою побудови імітаційних моделей вони розв'язували такі завдання, як моделювання масового обслуговування клієнтів, відтворення діяльності багатопрофільних фірм, імітація діяльності комерційного банку, моделювання діяльності акціонерного підприємства, прогнозування надходження готівкових грошей до установи комерційного банку, імітація динаміки місцевих ринків праці, відтворення прибуткового податку з громадян, моделювання фондового ринку України, визначення величини ризику, оптимізація кількості комерційних банків, прогнозування грошово-кредитних процесів, прогнозування податкових надходжень, оптимізація страхового підприємництва, побудова систем менеджменту якості, управління виробничим підприємством, прогнозування процесів електронного бізнесу тощо.

Використання моделей у сфері промислового виробництва пояснюється такими причинами:

1) посилення конкуренції в багатьох галузях промисловості привело до того, що сьогодні більше уваги приділяється автоматизації виробничих процесів для збільшення продуктивності й покращення якості продукції. Оскільки автоматизовані системи складніші від звичайних, то їх, зазвичай, зручно аналізувати за допомогою моделювання;

2) системи й обладнання можуть бути дуже дорогими;

3) останнім часом створено швидші й дешевші персональні комп'ютери, що привело до різкого зменшення вартості комп'ютерних обчислень;

4) удосконалення програмного забезпечення дало змогу скоротити термін розробки моделі й більше часу приділити аналізу виробничих можливостей;

5) наявність анімації сприяє кращому розумінню менеджерами з виробництва суті моделювання.

Слід зазначити, що в імітаційному моделюванні розрізняють такі методи: статистичних випробувань (Монте-Карло) і статистичного моделювання, хоча в деяких роботах ці терміни ототожнюють.

Метод Монте-Карло – це числовий метод, який застосовується для моделювання випадкових величин і функцій, імовірнісні характеристики яких збігаються з рішеннями аналітичних задач. Він полягає в багаторазовому відтворенні процесів, які є реалізацією випадкових величин і функцій, із наступною обробкою інформації методами математичної статистики. Якщо цей прийом застосовується для машинної імітації, щоб дослідити характеристики процесів функціонування систем, які піддаються випадковим впливам, то йдеться про *метод статистичного моделювання*.

Інакше кажучи, метод Монте-Карло, у широкому сенсі, – це будь-який метод розв'язання моделі, який використовує випадкові (чи псевдовипадкові) числа. У свою чергу, (псевдо) випадкові числа – це рівномірно розподілені на інтервалі $[0,1]$ незалежні випадкові величини.

Авторами методу Монте-Карло вважаються американські математики-економісти Д. Нейман та С. Улам, а перші відомості про нього опубліковано наприкінці 40-х років ХХ століття.

Хороший експеримент Монте-Карло зазвичай має такі особливості:

- 1) легкозрозумілий та економічний;
- 2) доречний для розуміння проблем із реальними даними;
- 3) дає змогу виміряти вплив усіх доречних чинників.

Слід також зазначити, що імітаційні процеси реальних подій нерозривно пов'язані з генерацією випадкових чисел, які можуть підпорядковуватися різним законам розподілу, зокрема рівномірному, нормальному (Гаусовому), Бернуллі, біноміальному, Пуассона, модельному (дискретному рівномірному), дискретному чи експоненційному.

Імітаційні моделі можна створювати і за допомогою імовірнісно-автоматного методу моделювання, розробленого в Інституті кібернетики НАН України.

На відміну від таких звичайних методів математичного моделювання, як статистичний аналіз випадкових факторів і перевірка ступеня їх залежності (регресійний аналіз), апарат імовірнісно-автоматного моделювання є:

– гнучким, оскільки дає змогу модифікувати модель при зміні в постановці задачі, конкретизації певних аспектів системи або виникненні деякого принципово різного набору даних;

– достатньо формалізованим для того, щоб будувати моделі взаємодії внутрішніх факторів системи та факторів впливу зовнішнього середовища;

– наочним і простим для розуміння, оскільки не містить формул інтегрального й диференціального числення, а зв'язок між характеристиками системи здійснюється за допомогою арифметичних операцій.

Будь-яка імовірісно-автоматна модель відображається за допомогою таких п'яти характеристик:

1) вектора початкових станів – задає внутрішні стани автоматів у початковий момент часу;

2) матриці алфавітів – деталізує, які значення можуть набувати внутрішні стани автоматів, їхній вхідний і вихідний сигнали;

3) системи функцій виходів – є сукупністю систем, за якими відбувається перерахування вихідних сигналів автоматної моделі;

4) таблиці умовних функціоналів-переходів – за її допомогою виконується обчислення внутрішніх станів автоматів моделі в наступний $(t+1)$ момент часу на основі даних, отриманих у попередній момент часу (t) ;

5) системи розподілу незалежних випадкових величин – у ній представлено всі випадкові величини, які впливають на зміну внутрішніх станів моделі.

Вважається, що імовірісно-автоматна модель задана, якщо визначено всі її автомати й указано наявність або відсутність зв'язків для кожної впорядкованої пари автоматів системи. Зміна станів автоматів і видача вихідних сигналів виконується винятково в цілі моменти часу, імовірнісний фактор бере участь тільки у формуванні внутрішнього стану автомата, початковий стан автомата є закріпленим, значення вихідного сигналу залежить від значення вхідного сигналу тільки через внутрішній стан.

Для складних систем із великою кількістю автоматів і міжавтоматних зв'язків зручним є матричний опис структури – матриця алфавітів. Для цього будується квадратна матриця структури системи, порядок якої збігається з кількістю автоматів системи. У ній внутрішній алфавіт автомата розміщений на діагоналі, вхідний – у стовпці, а вихідний – у рядку з іменем автомата.

Для зображення автоматної моделі найзручніше скласти таблицю умовних функціоналів переходів, яка будується на підставі змістового опису економічної системи та її статистичного дослідження. Таблиця умовних функціоналів-переходів складається з двох стовпчиків: лівий містить ім'я автомата, внутрішній стан якого змінюватиметься за певним правилом; правий – саме правило. Це правило іноді може подаватись у вигляді двох рядків: верхній є умовою зміни стану; нижній – значенням, якого набуде внутрішній стан автомата при істинності цієї умови.

4.2. Приклад побудови імовірісно-автоматної моделі в інноваційній діяльності

Приклад. Побудуємо імовірісно-автоматну модель діяльності підприємства (яка відображатиме динаміку замовлень на продукцію (у тому числі – інноваційну) та її виробництва, а також витрат, поповнення і рівня запасів основної сировини), використавши для автоматизації процесу електронну таблицю Microsoft Excel.

Початкові параметри:

1) припустимо, що підприємство щодня на основі укладених договорів формує замовлення в цех на виготовлення j -го виду ($j=1, 2, \dots, 12$) продукції та здійснює його виробництво. Запаси i -го виду ($i=1, 2, 3$) основної сировини на складі поповнюються одночасно за всіма видами декілька разів на місяць. Обсяги замовлень на виготовлення продукції j -го виду – це випадкові величини $\xi_1 \div \xi_{12}$, а обсяги поповнення основної сировини – випадкові величини $\eta_1 \div \eta_3$;

2) внутрішні стани автоматів моделі:

$a(t)$ – проміжок часу від моменту t до моменту поповнення запасів основної сировини, *днів*;

$b_j(t)$ – величина замовлення на виготовлення j -го виду продукції на момент часу t , *шт*;

c_j – вага j -го виду виробу, *кг*;

d_{ij} – нормативні витрати i -го виду основної сировини на виготовлення однієї тонни j -го виду продукції, *кг*;

- $f(t)$ – загальний випуск основної продукції на момент часу t , m ;
 $v_1(t)$ – витрати основної сировини 1 на сумарне виготовлення продукції згідно із замовленнями на момент часу t , $k\mathcal{Z}$;
 $v_2(t)$ – витрати основної сировини 2 на сумарне виготовлення продукції згідно із замовленнями на момент часу t , $k\mathcal{Z}$;
 $v_3(t)$ – витрати основної сировини 3 на сумарне виготовлення продукції згідно із замовленнями на момент часу t , $k\mathcal{Z}$;
 $p_1(t)$ – поповнення запасів основної сировини 1 на момент часу t , $k\mathcal{Z}$;
 $p_2(t)$ – поповнення запасів основної сировини 2 на момент часу t , $k\mathcal{Z}$;
 $p_3(t)$ – поповнення запасів основної сировини 3 на момент часу t , $k\mathcal{Z}$;
 $z_1(t)$ – запаси основної сировини 1 на складі на момент часу t , $k\mathcal{Z}$;
 $z_2(t)$ – запаси основної сировини 2 на складі на момент часу t , $k\mathcal{Z}$;
 $z_3(t)$ – запаси основної сировини 3 на складі на момент часу t , $k\mathcal{Z}$;
 3) зв'язки між автоматами – відображено на рис. 4.1;

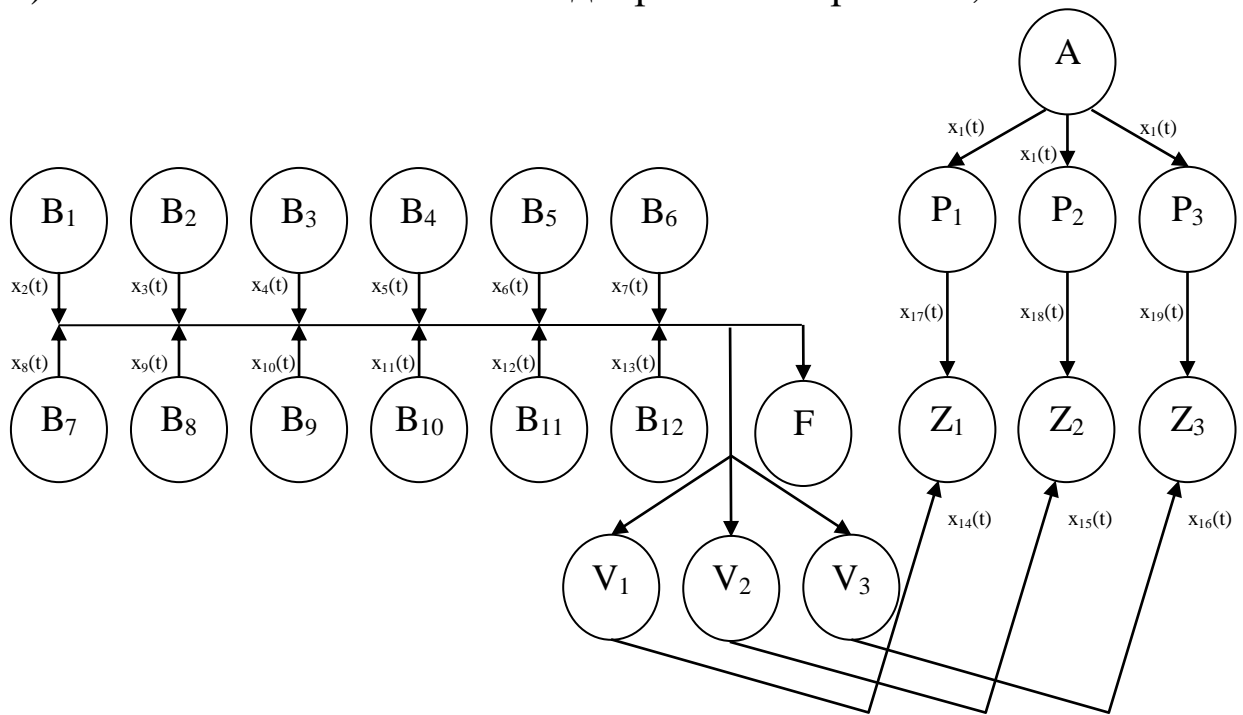


Рис. 4.1. Граф міжавтоматних зв'язків:

A – автомат, який показує час, що залишився до моменту поповнення запасів основної сировини; $B_1 \div B_{12}$ – автомати, які показують величини замовлень на виготовлення певних видів продукції; F – автомат, який показує загальний випуск продукції; $V_1 \div V_3$ – автомати, які показують величини витрат певних видів основної сировини на сумарне виготовлення продукції згідно із замовленнями; $P_1 \div P_3$ – автомати, які показують величини поповнення запасів певних видів основної сировини; $Z_1 \div Z_3$ – автомати, які показують величини запасів певних видів основної сировини; $x_1(t) \div x_{19}(t)$ – сигнали, які показують функції виходів автоматів системи на момент часу t .

- 4) кількість ітерацій моделі – 20;
- 5) вхідні дані – відображено на рис. 4.3;
- 6) алгоритм автоматизації – описано у підрозділі 4.3.

Як відомо, будь-яка імовірно-автоматна модель зображається за допомогою п'яти характеристик.

Перша характеристика нашої моделі – *вектор початкових станів* автоматів системи має такий вигляд: $a(0)=1$, $b_1(0)=4\,555$, $b_2(0)=3\,232$, $b_3(0)=2\,983$, $b_4(0)=463$, $b_5(0)=91$, $b_6(0)=506$, $b_7(0)=353$, $b_8(0)=370$, $b_9(0)=574$, $b_{10}(0)=30$, $b_{11}(0)=146$, $b_{12}(0)=295$, $f(0)=8,237$, $v_1(0)=1\,632,61$, $v_2(0)=3\,319,83$, $v_3(0)=1\,194,35$, $p_1(0)=0$, $p_2(0)=0$, $p_3(0)=0$, $z_1(0)=50\,310$, $z_2(0)=62\,134$, $z_3(0)=21\,778,4$.

Друга характеристика цієї моделі – *матриця алфавітів* відображена на рис. 4.2. На ньому P – множина всіх додатних цілих чисел; P_0 – множина всіх додатних цілих чисел із нулем; R – множина всіх раціональних невід'ємних чисел; D – двійковий алфавіт (множина, яка складається із двох символів: 0 та 1); \emptyset – порожня множина (відсутній зв'язок).

	A	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅	B ₆	B ₇	B ₈	B ₉	B ₁₀	B ₁₁	B ₁₂	F	V ₁	V ₂	V ₃	P ₁	P ₂	P ₃	Z ₁	Z ₂	Z ₃
A	P ₀	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	D	D	D	∅	∅	∅
B ₁	∅	P	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	P	P	P	P	∅	∅	∅	∅	∅	∅
B ₂	∅	∅	P	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	P	P	P	P	∅	∅	∅	∅	∅	∅
B ₃	∅	∅	∅	P	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	P	P	P	P	∅	∅	∅	∅	∅	∅
B ₄	∅	∅	∅	∅	P	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	P	P	P	P	∅	∅	∅	∅	∅	∅
B ₅	∅	∅	∅	∅	∅	P	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	P	P	P	P	∅	∅	∅	∅	∅	∅
B ₆	∅	∅	∅	∅	∅	∅	P	∅	∅	∅	∅	∅	∅	P	P	P	P	∅	∅	∅	∅	∅	∅
B ₇	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	P	∅	∅	∅	∅	∅	P	P	P	P	∅	∅	∅	∅	∅	∅
B ₈	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	P	∅	∅	∅	∅	P	P	P	P	∅	∅	∅	∅	∅	∅
B ₉	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	P	∅	∅	∅	P	P	P	P	∅	∅	∅	∅	∅	∅
B ₁₀	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	P	∅	∅	P	P	P	P	∅	∅	∅	∅	∅	∅
B ₁₁	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	P	∅	P	P	P	P	∅	∅	∅	∅	∅	∅
B ₁₂	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	P	P	P	P	P	∅	∅	∅	∅	∅	∅
F	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	R	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅
V ₁	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	R	∅	∅	∅	∅	∅	∅	R	∅
V ₂	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	R	∅	∅	∅	∅	∅	∅	R
V ₃	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	R	∅	∅	∅	∅	∅	R
P ₁	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	P ₀	∅	∅	P ₀	∅
P ₂	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	P ₀	∅	∅	P ₀
P ₃	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	P ₀	∅	P ₀
Z ₁	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	R	∅
Z ₂	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	R
Z ₃	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	R

Рис. 4.2. Матриця алфавітів

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y
2	Імовірісно-автоматна модель виробництва продукції																							
3	T	A	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	F	V1	V2	V3	P1	P2	P3	Z1	Z2	Z3
4	0	1	4555	3232	2983	463	91	506	353	370	574	30	146	295	8,237	1632,61	3319,83	1194,35	0	0	0	50310,00	62134,00	21778,40
5	1																							
6	2																							
7	3																							
8	4																							
9	5																							
10	6																							
11	7																							
12	8																							
13	9																							
14	10																							
15	11																							
16	12																							
17	13																							
18	14																							
19	15																							
20	16																							
21	17																							
22	18																							
23	19																							
24	20																							
25	Середнє																							

Рис. 4.3. Вхідні дані імовірісно-автоматної моделі виробництва продукції:

T – автоматний час (номер ітерації);

A – автомат, який показує час, що залишився до моменту поповнення запасів основної сировини, днів;

B1–B12 – автомати, які показують величини замовлень на виготовлення дванадцяти видів продукції, шт;

F – автомат, який показує загальний випуск продукції, т;

V1–V3 – автомати, які показують величини витрат трьох видів основної сировини на сумарне виготовлення продукції згідно із замовленнями, кг;

P1–P3 – автомати, які показують величини поповнення трьох видів основної сировини, кг;

Z1–Z3 – автомати, які показують величини запасів трьох видів основної сировини, кг.

Третя характеристика моделі – *система функцій виходів* має такий вигляд:

$$x_1(t) = \begin{cases} 1 & \text{при } a(t) = 1 \\ 0 & \text{при } a(t) > 1 \end{cases} \quad - \text{ сигнал набуває одиничне значення, коли в}$$

наступний момент часу відбудеться поповнення основної сировини й нульове значення в іншому випадку;

$$\begin{array}{llll} x_2(t) = b_1(t); & x_7(t) = b_6(t); & x_{12}(t) = b_{11}(t); & x_{17}(t) = p_1(t+1); \\ x_3(t) = b_2(t); & x_8(t) = b_7(t); & x_{13}(t) = b_{12}(t); & x_{18}(t) = p_2(t+1); \\ x_4(t) = b_3(t); & x_9(t) = b_8(t); & x_{14}(t) = v_1(t+1); & x_{19}(t) = p_3(t+1). \\ x_5(t) = b_4(t); & x_{10}(t) = b_9(t); & x_{15}(t) = v_2(t+1); & \\ x_6(t) = b_5(t); & x_{11}(t) = b_{10}(t); & x_{16}(t) = v_3(t+1); & \end{array}$$

Четверта характеристика моделі – *таблиця умовних функціоналів-переходів* відображена в табл. 4.1. Ця таблиця складається з двох стовпчиків: лівий містить ім'я автомата, внутрішній стан якого змінюватиметься за певним правилом; правий – саме правило. Це правило іноді може подаватись у вигляді двох рядків: верхній є умовою зміни стану; нижній – значенням, якого набуває внутрішній стан автомата при істинності цієї умови. Наприклад, у наступний момент часу $t+1$ внутрішнє значення $a(t+1)$ автомата A зміниться так:

1) якщо в попередній момент часу t значення внутрішнього стану було більшим за одиницю ($a(t) > 1$), то в наступний момент часу воно зменшиться на одиницю ($a(t)-1$);

2) якщо ж значення внутрішнього стану в попередній момент часу дорівнювало одиниці ($a(t)=1$), то в наступний момент часу воно буде реалізацією деякої випадкової величини η .

Якщо правило не містить рядка умови зміни стану, то це означає, що умова виконується завжди. У нашому випадку: значення внутрішнього стану автомата B_1 у наступний момент часу $t+1$ дорівнюватиме реалізації випадкової величини ξ_1 .

П'ята характеристика моделі – *система розподілу незалежних випадкових величин* – подана в табл. 4.2.

Таблиця 4.1

Умовні функціонали переходів

№	Автомат	Стан	
		$a(t) > 1$	$a(t) = 1$
1	A	$a(t) - 1$	η
2	B ₁	ξ_1	
3	B ₂	ξ_2	
4	B ₃	ξ_3	
5	B ₄	ξ_4	
6	B ₅	ξ_5	
7	B ₆	ξ_6	
8	B ₇	ξ_7	
9	B ₈	ξ_8	
10	B ₉	ξ_9	
11	B ₁₀	ξ_{10}	
12	B ₁₁	ξ_{11}	
13	B ₁₂	ξ_{12}	
14	V ₁	$\sum_{j=1}^{12} (b_j(t) \times c_j / 1000) \times d_{1j}$	
15	V ₂	$\sum_{j=1}^{12} (b_j(t) \times c_j / 1000) \times d_{2j}$	
16	V ₃	$\sum_{j=1}^{12} (b_j(t) \times c_j / 1000) \times d_{3j}$	
17	F	$\sum_{j=1}^{12} b_j(t) \times c_j / 1000$	
18	P ₁	$a(t) > 1$	$a(t) = 1$
		0	η_1
19	P ₂	$a(t) > 1$	$a(t) = 1$
		0	η_2
20	P ₃	$a(t) > 1$	$a(t) = 1$
		0	η_3
21	Z ₁	$z_1(t) - v_1(t+1) + p_1(t+1)x_1(t)$	
22	Z ₂	$z_2(t) - v_2(t+1) + p_2(t+1)x_1(t)$	
23	Z ₃	$z_3(t) - v_3(t+1) + p_3(t+1)x_1(t)$	

Таблиця 4.2

Система розподілів незалежних випадкових величин

Випадкова величина	Математичне сподівання, m_x	Дисперсія, σ_x^2
η	14	2
ξ_1	4 500	60
ξ_2	3 200	45
ξ_3	2 920	35
ξ_4	480	20
ξ_5	90	5
ξ_6	500	10
ξ_7	350	10
ξ_8	350	20
ξ_9	535	35
ξ_{10}	26	3
ξ_{11}	135	10
ξ_{12}	270	20
η_1	27 000	1 000
η_2	50 000	2 000
η_3	20 000	7 000

Отримані у результаті застосування інструмента Microsoft Excel “Генерація випадкових чисел” вихідні дані відображено на рис. 4.5, динаміка загального виробництва продукції – на рис. 4.4, динаміка витрат основної сировини – на рис. 4.6, а динаміка рівня запасів основної сировини – на рис. 4.7. На цих рисунках за одиницю автоматного часу прийнято один день.

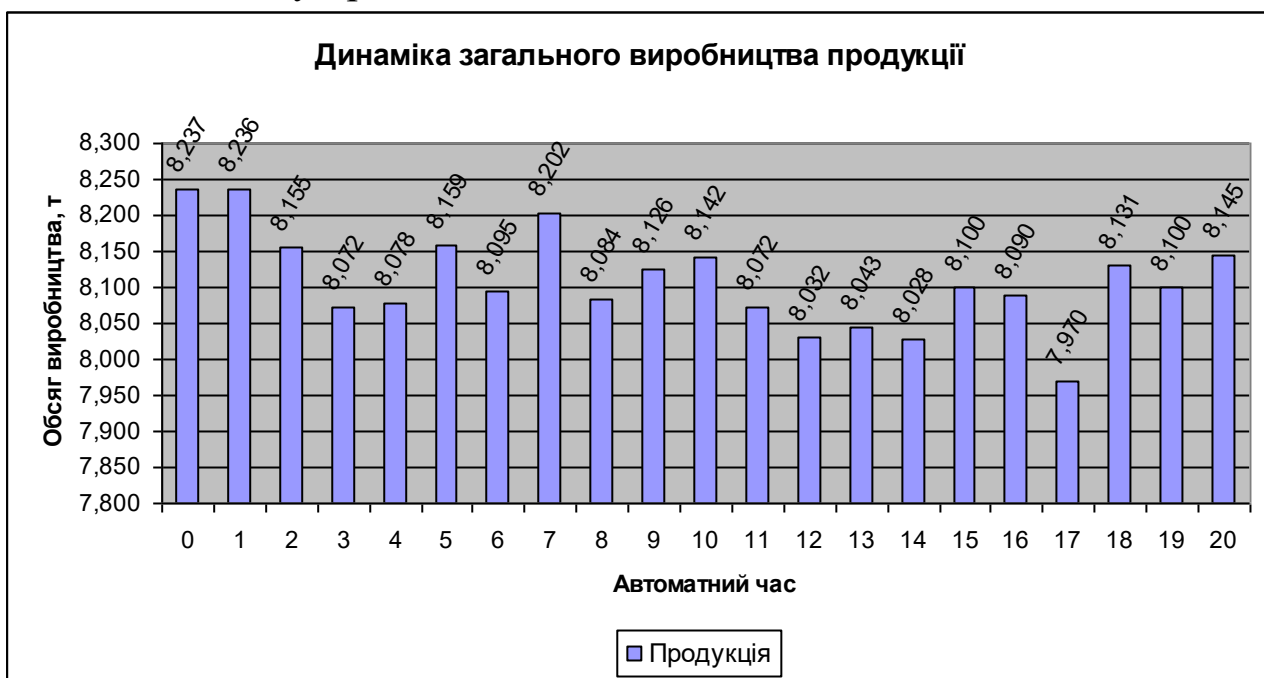


Рис. 4.4. Динаміка загального виробництва продукції

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	
2	Імовірно-автоматна модель виробництва продукції																								
3	T	A	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	F	V1	V2	V3	P1	P2	P3	Z1	Z2	Z3	
4	0	1	4555	3232	2983	463	91	506	353	370	574	30	146	295	8,237	1632,61	3319,83	1194,35	0	0	0	50310,00	62134,00	21778,40	
5	1	14	4482	3219	2973	486	96	492	346	378	510	28	119	304	8,236	1632,48	3319,69	1194,29	28979	52563	14450	77656,19	111377,31	35034,21	
6	2	13	4423	3192	2958	469	90	504	359	359	495	27	133	274	8,155	1609,37	3299,04	1178,93	0	0	0	76046,82	108078,26	33855,28	
7	3	12	4515	3204	2890	450	104	487	330	325	551	24	128	269	8,072	1597,36	3268,48	1162,12	0	0	0	74449,46	104809,79	32693,16	
8	4	11	4577	3196	2875	497	89	504	333	401	532	22	159	277	8,078	1594,66	3252,42	1182,66	0	0	0	72854,80	101557,37	31510,50	
9	5	10	4572	3130	2908	483	92	502	346	348	471	20	142	282	8,159	1610,44	3268,42	1203,91	0	0	0	71244,36	98288,95	30306,60	
10	6	9	4604	3170	2967	467	85	506	357	374	521	25	125	300	8,095	1565,19	3273,00	1200,95	0	0	0	69679,17	95015,95	29105,64	
11	7	8	4369	3250	2963	474	80	486	357	386	521	27	129	321	8,202	1596,63	3315,35	1206,97	0	0	0	68082,55	91700,60	27898,67	
12	8	7	4486	3210	2936	486	92	507	362	366	490	25	134	285	8,084	1620,20	3267,16	1149,22	0	0	0	66462,35	88433,43	26749,45	
13	9	6	4566	3238	2869	489	95	489	345	348	524	21	133	285	8,126	1607,13	3278,60	1179,89	0	0	0	64855,22	85154,83	25569,56	
14	10	5	4435	3178	2906	496	94	497	359	348	584	27	140	271	8,142	1608,04	3266,67	1200,24	0	0	0	63247,18	81888,17	24369,32	
15	11	4	4459	3143	2913	466	86	486	353	348	551	25	129	258	8,072	1608,62	3247,07	1168,34	0	0	0	61638,56	78641,10	23200,98	
16	12	3	4399	3272	2892	459	80	487	358	365	497	20	127	326	8,032	1578,76	3245,11	1170,55	0	0	0	60059,80	75395,99	22030,44	
17	13	2	4389	3221	2900	481	87	489	341	363	524	26	139	274	8,043	1615,89	3235,87	1154,71	0	0	0	58443,91	72160,12	20875,73	
18	14	1	4441	3190	2945	500	96	488	360	329	565	32	129	290	8,028	1603,06	3235,26	1155,19	0	0	0	56840,85	68924,86	19720,54	
19	15	11	4454	3223	2922	485	89	494	346	336	537	25	135	279	8,100	1603,20	3272,74	1170,53	26796	50359	18200	82033,56	116011,52	36749,58	
20	16	10	4373	3131	2901	474	93	513	342	365	532	25	135	214	8,090	1603,17	3264,64	1171,71	0	0	0	80430,39	112746,88	35577,88	
21	17	9	4466	3265	2895	509	89	490	349	368	540	27	157	248	7,970	1581,98	3217,78	1150,21	0	0	0	78848,41	109529,10	34427,66	
22	18	8	4476	3114	2978	513	91	486	342	369	535	25	146	229	8,131	1626,28	3263,85	1177,79	0	0	0	77222,13	106265,25	33249,87	
23	19	7	4508	3181	2955	473	90	503	350	359	567	24	137	303	8,100	1570,89	3291,42	1180,72	0	0	0	75651,23	102973,83	32069,15	
24	20	6	4478	3354	2935	502	93	490	347	336	540	24	135	275	8,145	1607,00	3287,41	1183,78	0	0	0	74044,24	99686,42	30885,37	
25	Середнє															8,109	1603,47	3270,94	1177,95				69528,63	93846,37	28936,09

Рис. 4.5. Вихідні дані імовірно-автоматної моделі виробництва продукції

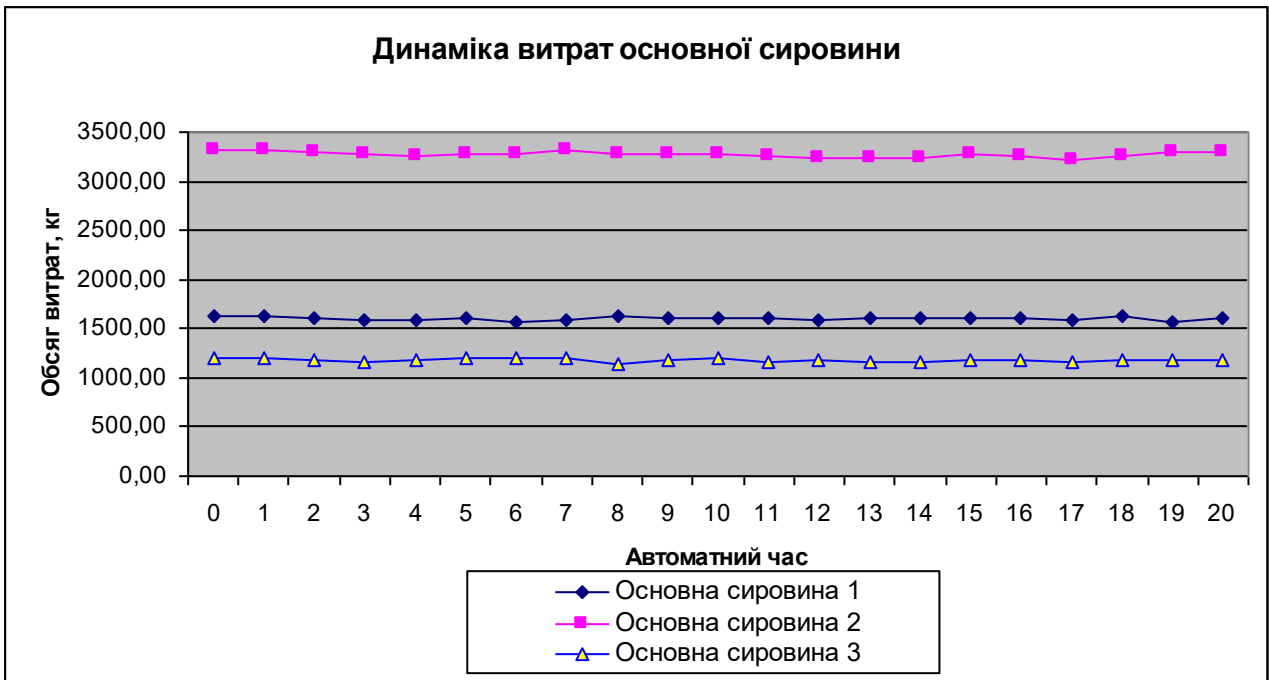


Рис. 4.6. Динаміка витрат основної сировини

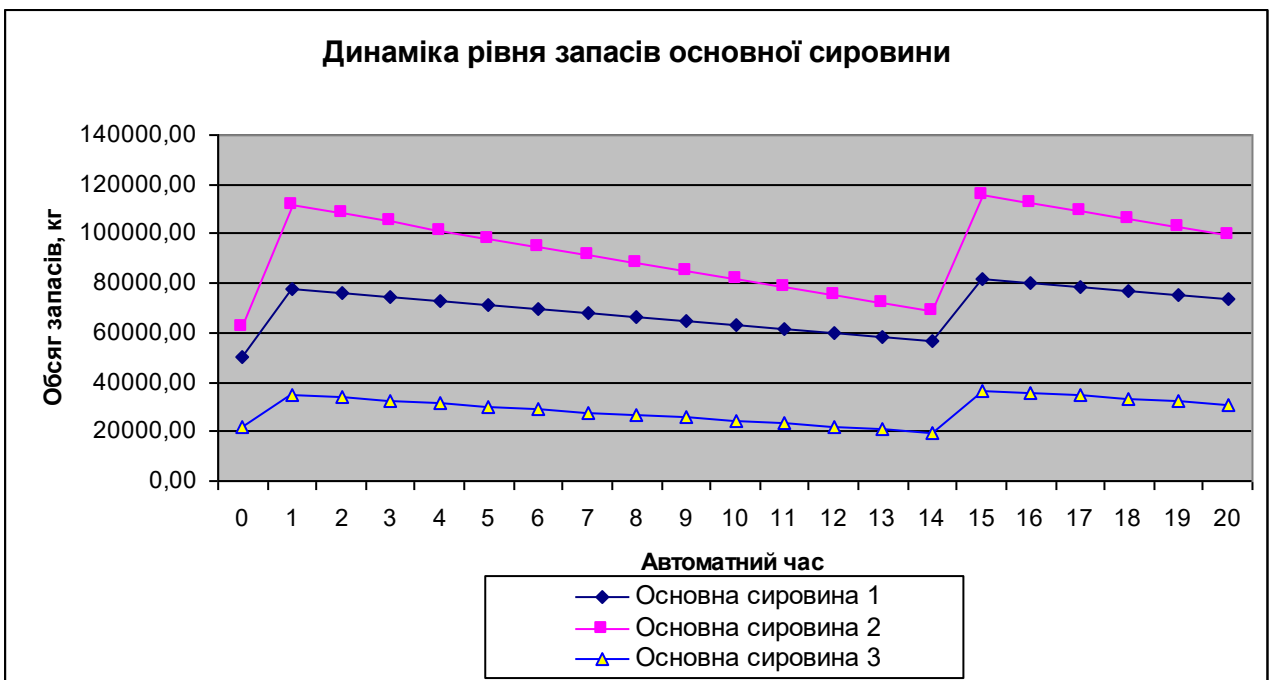


Рис. 4.7. Динаміка рівня запасів основної сировини

4.3. Автоматизація імовірно-автоматної моделі за допомогою електронної таблиці Microsoft Excel

Для автоматизації імовірно-автоматної моделі за допомогою програми *Microsoft Excel* потрібно виконати такі дії:

1) створити на другому аркуші *Microsoft Excel* (назвати його **автомати**) в комірках B2:Y25 таблицю (див. рис. 4.3);

2) увести формули в комірки:

а) набрати подані нижче формули:

P5=(D4*0,7+E4*0,6+F4*0,7+G4*0,5+H4*0,6+I4*0,4+J4*0,4+K4*0,4+L4*0,3+M4*0,4+N4*0,2+O4*0,1)/1000,

Q5=D4*0,7/1000*оптимум!\$C\$5+E4*0,6/1000*оптимум!\$D\$5+F4*0,7/1000*оптимум!\$E\$5+G4*0,5/1000*оптимум!\$F\$5+H4*0,6/1000*оптимум!\$G\$5+I4*0,4/1000*оптимум!\$H\$5+J4*0,4/1000*оптимум!\$I\$5+K4*0,4/1000*оптимум!\$J\$5+L4*0,3/1000*оптимум!\$K\$5+M4*0,4/1000*оптимум!\$L\$5+N4*0,2/1000*оптимум!\$M\$5+O4*0,1/1000*оптимум!\$N\$5,

R5=D4*0,7/1000*оптимум!\$C\$6+E4*0,6/1000*оптимум!\$D\$6+F4*0,7/1000*оптимум!\$E\$6+G4*0,5/1000*оптимум!\$F\$6+H4*0,6/1000*оптимум!\$G\$6+I4*0,4/1000*оптимум!\$H\$6+J4*0,4/1000*оптимум!\$I\$6+K4*0,4/1000*оптимум!\$J\$6+L4*0,3/1000*оптимум!\$K\$6+M4*0,4/1000*оптимум!\$L\$6+N4*0,2/1000*оптимум!\$M\$6+O4*0,1/1000*оптимум!\$N\$6,

S5=D4*0,7/1000*оптимум!\$C\$7+E4*0,6/1000*оптимум!\$D\$7+F4*0,7/1000*оптимум!\$E\$7+G4*0,5/1000*оптимум!\$F\$7+H4*0,6/1000*оптимум!\$G\$7+I4*0,4/1000*оптимум!\$H\$7+J4*0,4/1000*оптимум!\$I\$7+K4*0,4/1000*оптимум!\$J\$7+L4*0,3/1000*оптимум!\$K\$7+M4*0,4/1000*оптимум!\$L\$7+N4*0,2/1000*оптимум!\$M\$7+O4*0,1/1000*оптимум!\$N\$7,

W5=W4-Q5+T5,

X5=X4-R5+U5,

Y5=Y4-S5+V5,

P25=CPЗНАЧ(P4:P24);

б) скопіювати їх у комірки **P6:P24**, **Q6:Q24**, **R6:R24**, **S6:S24**, **W6:W24**, **X6:X24**, **Y6:Y24** та **Q25:S25**, **W25:Y25** відповідно;

3) заповнити комірки **B4:B24** номерами ітерацій (від 0 до 20), а комірки **C4:Y4** – вектором початкових станів автоматів;

4) заповнити стовпець **C** за таким алгоритмом:

а) згенерувати у комірці **C5** випадкову величину проміжку часу до моменту поповнення запасів основної сировини (діалогове вікно див. на рис. 4.8):

Сервіс → *Аналіз даних* → *Генерація випадкових чисел* → *ОК*;

Кількість змінних:	1
Кількість випадкових чисел:	1
Розподіл:	Нормальний
Параметри	
Середнє=	14
Стандартне відхилення=	2
Випадкове розсіювання:	
Параметри виводу	
<input checked="" type="checkbox"/> Вихідний інтервал:	\$C\$5
<input type="checkbox"/> Новий робочий аркуш:	
<input type="checkbox"/> Нова робоча книга	

Рис. 4.8. *Діалогове вікно пошуку випадкової величини проміжку часу до моменту поповнення запасів основної сировини*

б) у наступних після комірці, в якій відбувалася генерація, рядках увести цифри, менші на 1, ніж у попередньому рядку, доки не буде введена одиниця;

в) у наступному після одиниці рядку знову згенерувати випадкову величину проміжку часу до моменту поповнення запасів основної сировини;

г) повторити кроки б–в, доки не будуть заповнені усі 20 рядків з ітераціями;

5) згенерувати у комірках **D5:O24** випадкові величини обсягів замовлень на виготовлення 12 видів товарів (діалогові вікна див. на рис. 4.9–4.20);

Кількість змінних:	1
Кількість випадкових чисел:	20
Розподіл:	Нормальний
Параметри	
Середнє=	4 500
Стандартне відхилення=	60
Випадкове розсіювання:	
Параметри виводу	
<input checked="" type="checkbox"/> Вихідний інтервал:	\$D\$5:\$D\$24
<input type="checkbox"/> Новий робочий аркуш:	
<input type="checkbox"/> Нова робоча книга	

Рис. 4.9. *Діалогове вікно пошуку випадкової величини замовлення на виготовлення товару 1*

Кількість змінних:	1
Кількість випадкових чисел:	20
Розподіл:	Нормальний
Параметри	
Середнє=	3 200
Стандартне відхилення=	45
Випадкове розсіювання:	
Параметри виводу	
<input checked="" type="checkbox"/> Вихідний інтервал:	\$E\$5:\$E\$24
<input type="checkbox"/> Новий робочий аркуш:	
<input type="checkbox"/> Нова робоча книга	

Рис. 4.10. *Діалогове вікно пошуку випадкової величини замовлення на виготовлення товару 2*

Кількість змінних:	1
Кількість випадкових чисел:	20
Розподіл:	Нормальний
Параметри	
Середнє=	2 920
Стандартне відхилення=	35
Випадкове розсіювання:	
Параметри виводу	
<input checked="" type="checkbox"/> Вихідний інтервал:	\$F\$5:\$F\$24
<input type="checkbox"/> Новий робочий аркуш:	
<input type="checkbox"/> Нова робоча книга	

Рис. 4.11. *Діалогове вікно пошуку випадкової величини замовлення на виготовлення товару 3*

Кількість змінних:	1
Кількість випадкових чисел:	20
Розподіл:	Нормальний
Параметри	
Середнє=	480
Стандартне відхилення=	20
Випадкове розсіювання:	
Параметри виводу	
<input checked="" type="checkbox"/> Вихідний інтервал:	\$G\$5:\$G\$24
<input type="checkbox"/> Новий робочий аркуш:	
<input type="checkbox"/> Нова робоча книга	

Рис. 4.12. *Діалогове вікно пошуку випадкової величини замовлення на виготовлення товару 4*

Кількість змінних:	1
Кількість випадкових чисел:	20
Розподіл:	Нормальний
Параметри	
Середнє=	90
Стандартне відхилення=	5
Випадкове розсіювання:	
Параметри виводу	
<input checked="" type="checkbox"/> Вихідний інтервал:	\$H\$5:\$H\$24
<input type="checkbox"/> Новий робочий аркуш:	
<input type="checkbox"/> Нова робоча книга	

Рис. 4.13. *Діалогове вікно пошуку випадкової величини замовлення на виготовлення товару 5*

Кількість змінних:	1
Кількість випадкових чисел:	20
Розподіл:	Нормальний
Параметри	
Середнє=	500
Стандартне відхилення=	10
Випадкове розсіювання:	
Параметри виводу	
<input checked="" type="checkbox"/> Вихідний інтервал:	\$I\$5:\$I\$24
<input type="checkbox"/> Новий робочий аркуш:	
<input type="checkbox"/> Нова робоча книга	

Рис. 4.14. *Діалогове вікно пошуку випадкової величини замовлення на виготовлення товару 6*

Кількість змінних:	1
Кількість випадкових чисел:	20
Розподіл:	Нормальний
Параметри	
Середнє=	350
Стандартне відхилення=	10
Випадкове розсіювання:	
Параметри виводу	
<input checked="" type="checkbox"/> Вихідний інтервал:	\$J\$5:\$J\$24
<input type="checkbox"/> Новий робочий аркуш:	
<input type="checkbox"/> Нова робоча книга	

Рис. 4.15. *Діалогове вікно пошуку випадкової величини замовлення на виготовлення інноваційного товару 1*

Кількість змінних:	1
Кількість випадкових чисел:	20
Розподіл:	Нормальний
Параметри	
Середнє=	350
Стандартне відхилення=	20
Випадкове розсіювання:	
Параметри виводу	
<input checked="" type="checkbox"/> Вихідний інтервал:	\$K\$5:\$K\$24
<input type="checkbox"/> Новий робочий аркуш:	
<input type="checkbox"/> Нова робоча книга	

Рис. 4.16. *Діалогове вікно пошуку випадкової величини замовлення на виготовлення інноваційного товару 2*

Кількість змінних:	1
Кількість випадкових чисел:	20
Розподіл:	Нормальний
Параметри	
Середнє=	535
Стандартне відхилення=	35
Випадкове розсіювання:	
Параметри виводу	
<input checked="" type="checkbox"/> Вихідний інтервал:	\$L\$5:\$L\$24
<input type="checkbox"/> Новий робочий аркуш:	
<input type="checkbox"/> Нова робоча книга	

Рис. 4.17. *Діалогове вікно пошуку випадкової величини замовлення на виготовлення інноваційного товару 3*

Кількість змінних:	1
Кількість випадкових чисел:	20
Розподіл:	Нормальний
Параметри	
Середнє=	26
Стандартне відхилення=	3
Випадкове розсіювання:	
Параметри виводу	
<input checked="" type="checkbox"/> Вихідний інтервал:	\$M\$5:\$M\$24
<input type="checkbox"/> Новий робочий аркуш:	
<input type="checkbox"/> Нова робоча книга	

Рис. 4.18. *Діалогове вікно пошуку випадкової величини замовлення на виготовлення інноваційного товару 4*

Кількість змінних:	1
Кількість випадкових чисел:	20
Розподіл:	Нормальний
Параметри	
Середнє=	135
Стандартне відхилення=	10
Випадкове розсіювання:	
Параметри виводу	
<input checked="" type="checkbox"/> Вихідний інтервал:	\$N\$5:\$N\$24
<input type="checkbox"/> Новий робочий аркуш:	
<input type="checkbox"/> Нова робоча книга	

Рис. 4.19. *Діалогове вікно пошуку випадкової величини замовлення на виготовлення інноваційного товару 5*

Кількість змінних:	1
Кількість випадкових чисел:	20
Розподіл:	Нормальний
Параметри	
Середнє=	270
Стандартне відхилення=	20
Випадкове розсіювання:	
Параметри виводу	
<input checked="" type="checkbox"/> Вихідний інтервал:	\$O\$5:\$O\$24
<input type="checkbox"/> Новий робочий аркуш:	
<input type="checkbox"/> Нова робоча книга	

Рис. 4.20. *Діалогове вікно пошуку випадкової величини замовлення на виготовлення інноваційного товару 6*

б) заповнити стовпці **T, U, V** за таким алгоритмом:

а) згенерувати у комірках **T5:V5** випадкові величини обсягів поповнення 3 видів основної сировини (діалогові вікна див. на рис. 4.21–4.23);

Кількість змінних:	1
Кількість випадкових чисел:	1
Розподіл:	Нормальний
Параметри	
Середнє=	27 000
Стандартне відхилення=	1 000
Випадкове розсіювання:	
Параметри виводу	
<input checked="" type="checkbox"/> Вихідний інтервал:	\$T\$5
<input type="checkbox"/> Новий робочий аркуш:	
<input type="checkbox"/> Нова робоча книга	

Рис. 4.21. *Діалогове вікно пошуку випадкової величини обсягу поповнення основної сировини 1*

Кількість змінних:	1
Кількість випадкових чисел:	1
Розподіл:	Нормальний
Параметри	
Середнє=	50 000
Стандартне відхилення=	2 000
Випадкове розсіювання:	
Параметри виводу	
<input checked="" type="checkbox"/> Вихідний інтервал:	\$U\$5
<input type="checkbox"/> Новий робочий аркуш:	
<input type="checkbox"/> Нова робоча книга	

Рис. 4.22. *Діалогове вікно пошуку випадкової величини обсягу поповнення основної сировини 2*

Кількість змінних:	1
Кількість випадкових чисел:	1
Розподіл:	Нормальний
Параметри	
Середнє=	20 000
Стандартне відхилення=	7 000
Випадкове розсіювання:	
Параметри виводу	
<input checked="" type="checkbox"/> Вихідний інтервал:	\$V\$5
<input type="checkbox"/> Новий робочий аркуш:	
<input type="checkbox"/> Нова робоча книга	

Рис. 4.23. *Діалогове вікно пошуку випадкової величини обсягу поповнення основної сировини 3*

б) у наступних після комірок, в яких відбувалася генерація, рядках увести нулі;

в) у рядку, в якому була згенерована випадкова величина проміжку часу до моменту поповнення запасів основної сировини знову згенерувати випадкові величини обсягів поповнення трьох видів основної сировини;

г) повторити кроки б–в, доки не будуть заповнені усі 20 рядків з ітераціями;

7) побудувати діаграми з результатами імовірно-автоматного моделювання (див. рис. 4.4, 4.6–4.7);

8) перевірити орфографію:

виділити аркуш з даними → *Сервіс* → *Орфографія* → у рядку “*Мова довідника*” вибрати українську → *Пропустити* або *Замінити* → *ОК*.



КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ДО ТЕМИ 4

Блок запитань № 1

Хто є авторами методу Монте-Карло?

Як з латинської мови перекладається слово *imitatio*?

Аналізи якого типу можна виконати за допомогою імітаційних моделей?

Які зарубіжні вчені досліджували наукову діяльність членів Американського товариства дослідження операцій?

На якому інтервалі рівномірно розподіляються (псевдо)випадкові числа?

Який числовий метод застосовується для моделювання випадкових величин і функцій?

Наукову діяльність членів якого товариства досліджували зарубіжні вчені Р. Шеннон і В. Байлес?

Який метод застосовується для машинної імітації?

Коли було опубліковано перші відомості про метод Монте-Карло?

В якій установі було розроблено імовірнісно-автоматний метод моделювання?

Блок запитань № 2

Яка складова частина імовірнісно-автоматної моделі ...

- є сукупністю систем, за якими відбувається перерахування вихідних сигналів автоматної моделі;

- представляє всі випадкові величини, які впливають на зміну внутрішніх станів моделі;

- задає внутрішні стани автоматів у початковий момент часу;

- деталізує, які значення можуть набувати внутрішні стани автоматів, їхній вхідний і вихідний сигнали;

- забезпечує обчислення внутрішніх станів автоматів моделі в наступний $(t+1)$ момент часу на основі даних, отриманих у попередній момент часу (t) ?

Продовжіть визначення:

- таблиця умовних функціоналів-переходів – ...;

- система функцій виходів – ...;
- вектор початкових станів – ...;
- система розподілу незалежних випадкових величин – ...;
- матриця алфавітів –



ЛІТЕРАТУРА ДО ТЕМИ 4

1. Анфилатов В. С. Системный анализ в управлении : учеб. пособие / В. С. Анфилатов, А. А. Емельянов, А. А. Кукушкин ; под ред. А. А. Емельянова. – М. : Финансы и статистика, 2003. – 268 с. : ил.
2. Бабак В. П. Обробка сигналів : підручник / В. П. Бабак, В. С. Хандецький, Е. Шрюфер. – К. : Либідь, 1996. – 392 с.
3. Бакаев А. А. Имитационные модели в экономике / А. А. Бакаев, Н. И. Костина, Н. В. Яровицкий. – К. : Наук. думка, 1978. – 304 с.
4. Вітлінський В. В. Моделювання економіки : навч. посіб. / В. В. Вітлінський. – К. : Вид-во КНЕУ, 2003. – 408 с.
5. Дубров Я. О. Принципи побудови систем економіко-математичних моделей : препр. / Я. О. Дубров, Л. В. Бойда, В. М. Рабик ; Ін-т економіки АН УРСР. – К., 1976. – 67 с.
6. Емельянов А. А. Имитационное моделирование экономических процессов : учеб. пособие / А. А. Емельянов, Е. А. Власова, Р. В. Дума ; под ред. А. А. Емельянова. – М. : Финансы и статистика, 2002. – 368 с. : ил.
7. Закон України “Про інноваційну діяльність” // Режим доступу : <http://rada.gov.ua>
8. Имитационное моделирование в оперативном управлении производством / Н. А. Саломатин, Г. В. Беляев, В. Ф. Петроченко, Е. В. Прошлякова. – М. : Машиностроение, 1984. – 208 с. : ил.
9. Кельтон В., Лоу А. Имитационное моделирование : пер. с англ. / В. Кельтон, А. Лоу. – 3-е изд. – СПб. : Питер ; К. : Изд. группа ВНУ, 2004. – 847 с. : ил.
10. Клейнен Дж. Статистические методы в имитационном моделировании : пер. с англ. / Дж. Клейнен, Ю. П. Адлер, К. Д. Аргунова, В. Н. Варыгин, А. М. Талалай ; под ред. и с предисл. Ю. П. Адлера и В. Н. Варыгина. – М. : Статистика, 1978. – Вып. 1. – 221 с. : ил.
11. Козлов А. Ю. Пакет анализа MS Excel в экономико-статистических расчетах : учеб. пособие для вузов / А. Ю. Козлов, В. Ф. Шишов ; под ред. проф. В. С. Мхитаряна. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2003. – 139 с.

12. Кононенко О. Г. Економіко-математичне моделювання діяльності багатoproфільних фірм : автореф. дис. ... канд. екон. наук / О. Г. Кононенко. – К. : ТОВ “ВІТУС”, 2004. – 21 с.
13. Кононенко О. Г. Комп’ютерне імітаційне моделювання діяльності багатoproфільних компаній / О. Г. Кононенко, В. А. Ревін // Економіко-математичне моделювання соціально-економічних систем : зб. наук. пр. – К. : Міжнар. наук.-навч. центр ЮНЕСКО інформац. технологій і систем НАН та МОН України, 2003. – Вип. 4. – С. 46–54.
14. Костіна Н. І. Гроші та грошова політика : навч. посіб. / Н. І. Костіна. – К. : НІОС, 2001. – 224 с.
15. Костіна Н. І. Фінансове прогнозування : методи та моделі : навч. посіб. / Н. І. Костіна, А. А. Алексєєв, О. Д. Василик. – К. : Т-во “Знання”, КОО, 1997. – 183 с.
16. Костіна Н. І. Менеджмент : перспективні інформаційні технології / Н. І. Костіна, В. М. Антонов, В. Т. Білоус. – Ірпінь : Вид-во Нац. акад. держ. податк. служби України, 2002. – 374 с.
17. Костіна Н. І. Деякі фінансові аспекти моделювання динаміки місцевих ринків праці / Н. І. Костіна, Е. П. Карпець // Фінанси України. – 1996. – № 10. – С. 38–42.
18. Костіна Н. І. Моделювання прибуткового податку з громадян за допомогою системи імовірнісних автоматів / Н. І. Костіна, О. Кононець, С. Сучок // Економіст. – 2002. – № 9. – С. 56–59.
19. Костіна Н. І. Імітаційне моделювання фондового ринку України / Н. І. Костіна, К. С. Марахов // Актуальні проблеми економіки. – 2003. – № 11. – С. 55–62.
20. Костіна Н. І. Застосування імовірнісно-автоматного методу для обчислення Value at Risk / Н. І. Костіна, С. В. Сучок // Фінансово-кредитне стимулювання економічного зростання : матеріали міжнар. наук.-практ. конф. : тези доп., Луцьк, 3–5 черв. 2005 р. – Луцьк : РВВ “Вежа”, 2005. – С. 718–719.
21. Костіна Н. І. Оптимізація кількості комерційних банків на основі ймовірнісно-автоматної моделі / Н. І. Костіна, С. В. Сучок // Актуальні проблеми економіки. – 2005. – № 2. – С. 128–139.
22. Костіна Н. І. Прогнозування грошово-кредитних процесів методом імовірнісних автоматів / Н. І. Костіна, С. В. Сучок // Наук. вісн. Волин. держ. ун-ту ім. Лесі Українки. – 2005. – № 1. – С. 152–157.

23. Костіна Н. Застосування автоматних моделей для прогнозування податкових надходжень / Н. Костіна, Л. Тарангул, С. Сучок // Економіст. – 2002. – № 2. – С. 36–39.
24. Костіна Н. Прогнозування надходження готівкових грошей до установи комерційного банку / Н. Костіна, П. Черняхівська // Банк. справа. – 2000. – № 1. – С. 17–20.
25. Позднякова Л. О. Оптимізація страхового підприємництва на основі імітаційного моделювання / Л. О. Позднякова // Актуальні проблеми економіки. – 2003. – № 11. – С. 107–112.
26. Титаренко Д. В. Имитационные модели в построении систем менеджмента качества / Д. В. Титаренко // Проблеми економічної кібернетики : тези доп. XII Всеукр. наук.-метод. конф., Львів, 3–5 жовт. 2007 р. – Л. : Вид-во ЛНУ ім. І. Франка, 2007. – С. 248–249.
27. Тоцька О. Л. Економіко-математичне моделювання випуску продукції в харчовій промисловості України : монографія / О. Л. Тоцька. – Луцьк : РВВ “Вежа” ВНУ ім. Лесі Українки, 2009. – 252 с.
28. Тоцька О. Л. Імовірно-автоматне моделювання діяльності хлібопекарського підприємства / О. Л. Тоцька // Наук. вісн. Волин. держ. ун-ту ім. Лесі Українки. – 2007. – № 12. – С. 57–66.
29. Тоцька О. Л. Інформаційні системи в інноваційній діяльності : зб. тестів / О. Л. Тоцька. – Луцьк : Волин. нац. ун-т ім. Лесі Українки, 2010. – 64 с.
30. Удовенко В. Економіко-математична модель управління підприємством на основі методу Монте-Карло / В. Удовенко // Економіка України. – 2006. – № 3. – С. 86–89.
31. Ульянченко О. В. Дослідження операцій в економіці : підручник для студ. вузів / О. В. Ульянченко / Вид-во Харк. нац. аграр. ун-ту ім. В. В. Докучаєва. – Х. : Гриф, 2002. – 580 с.
32. Шеннон Р. Имитационное моделирование систем – искусство и наука : пер. с англ. / Р. Шеннон ; под ред. Е. К. Масловского. – М. : Мир, 1978. – 418 с.
33. Шиш І. М. Економіко-математичне моделювання процесів електронного бізнесу. Інформаційні технології / І. М. Шиш // Проблеми економічної кібернетики : тези доп. XII Всеукр. наук.-метод. конф., Львів, 3–5 жовт. 2007 р. – Л. : Вид-во ЛНУ ім. І. Франка, 2007. – С. 252–253.
34. Erhorn C., Stark J. Competing by design: creating value and market advantage in new product development / C. Erhorn, J. Stark. – Oliver Wight publications, Inc., 1994. – 287 p.

35. Johnston J., DiNardo J. Econometric methods / J. Johnston, J. DiNardo. – 4-th ed. – The McGraw-Hill Companies, Inc., 1997. – 531 p.
36. Rao M. J. M. Filtering and control of macroeconomic systems / M. J. M. Rao. – Amsterdam : Elsevier science publishers B. V., 1987. – 279 p.

ТЕМА 5

АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОГНОЗУВАННЯ В ІННОВАЦІЙНІЙ ДІЯЛЬНОСТІ

5.1. Теоретичні відомості про прогнозування

Прогнозування – це спосіб наукового передбачення, у якому використовується і накопичений у минулому досвід, і поточні припущення стосовно майбутнього для його визначення. Результатом прогнозування є *прогноз*, тобто науково обґрунтоване судження про можливі стани об'єкта в майбутньому, альтернативні шляхи і терміни його існування.

Процес прогнозування складається з трьох стадій:

- 1) формулювання завдання на розробку прогнозу, тобто передпрогнозна орієнтація;
- 2) прогнозування об'єкта;
- 3) верифікація (оцінка достовірності прогнозу).

Класифікацію прогнозів залежно від обраного критерію відображено на рис. 5.1.

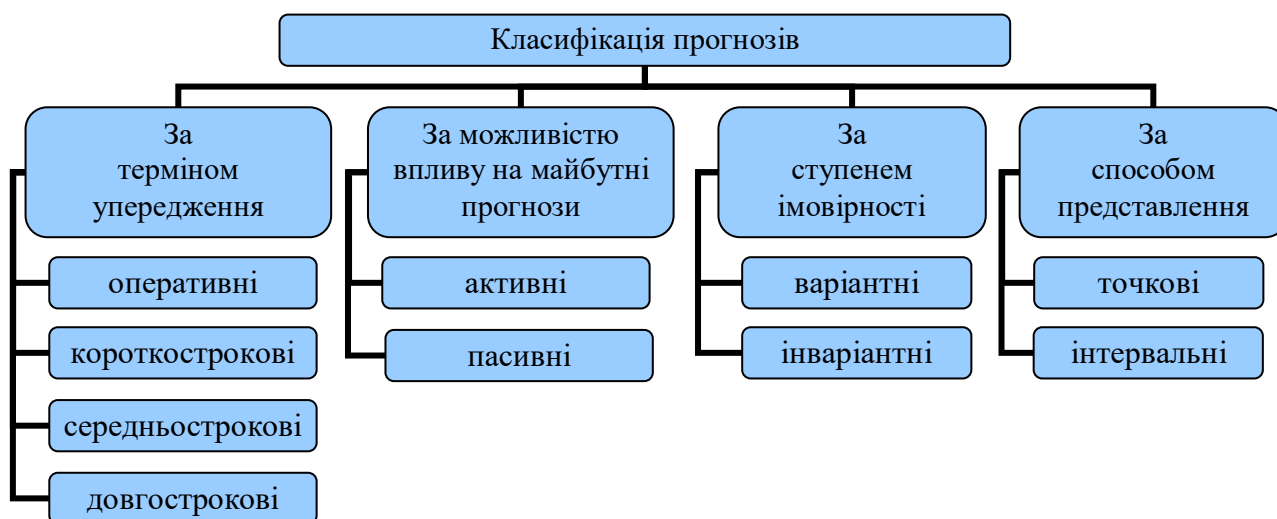


Рис. 5.1. Класифікація прогнозів

Слід зазначити, що оперативні – це прогнози на термін три–шість місяців; короткострокові – до одного року; середньострокові – до п'яти років; довгострокові – більше п'яти років. Активні прогнози передбачають активні дії на прогнозування майбутнього, реальний вплив на зовнішнє середовище; пасивні ж не передбачають такого впливу. У варіантних прогнозах існує декілька можливих варіантів розвитку системи, а в інваріантних передбачається тільки один

варіант розвитку. У точковому прогнозі кожен варіант має єдине значення прогнозованого показника, а в інтервальному він передбачає певний інтервал, діапазон значень прогнозованого показника.

Умовно всі наявні *методи прогнозування* можна розбити на дві великі групи:

1) якісні (експертні, інтуїтивні), які використовують думки спеціалістів-експертів і застосовуються тоді, коли неможливо формалізувати процеси, що вивчаються, чи наявна невизначеність розвитку господарської системи;

2) кількісні (фактографічні, формалізовані), які базуються на фактично наявній інформації про об'єкт прогнозування і його минуле.

Якісні методи прогнозування, у свою чергу, поділяються на індивідуальні та колективні.

До *індивідуальних експертних оцінок* належать:

1) метод “інтерв'ю”, коли здійснюється безпосередній контакт експерта зі спеціалістом за схемою запитання-відповідь;

2) аналітичний метод, коли експерт самостійно проводить логічний аналіз певної ситуації та складає аналітичні доповідні записки;

3) метод написання сценарію, який базується на визначенні логіки процесу або явища у часі за різних умов.

До *колективних експертних оцінок* включають метод “комісій”, метод “колективної генерації ідей” (“мозкова атака”, “мозковий штурм”), метод “Дельфи”.

Загалом зміст цих методів полягає у проходженні таких етапів:

1) для організації експертних оцінок створюються робочі групи, які вибирають експертів для відповідей на поставлені питання;

2) перед організацією опитування встановлюються основні напрями розвитку об'єкта, складається матриця, що відображає генеральну мету, цілі і підцілі дослідження;

3) розробляються і формулюються питання для експертів;

4) експерти дають відповіді на питання, проводиться обробка матеріалів, які характеризують узагальнену думку і ступінь узгодженості індивідуальних оцінок експертів;

5) визначається кінцева оцінка як середнє арифметичне значень оцінок усіх експертів, або як найбільш поширена думка тощо.

Метод “комісій” полягає в організації “круглого столу” та інших подібних заходів, у межах яких відбувається узгодження думок експертів.

Метод “колективної генерації ідей” являє собою вільний, неструктурований процес генерації будь-яких ідей за обраною темою, які спонтанно висловлюються учасниками зустрічі.

Метод “Дельфи” полягає в організації проведення анкетних опитувань фахівців з обраної галузі знань. Згідно з цим методом вибирається група невідомих один одному експертів. Їм надсилають анкети, у яких просять висловити думку щодо певних майбутніх подій або прогнозів. Після того, як у першому колі думки експертів будуть визначені і зібрані, координатор узагальнює їх і надсилає цю інформацію членам комісії. На підставі отриманої інформації вони заново продумують результати попередніх відповідей і роблять другий прогноз. Ця процедура продовжується до моменту досягнення згоди між експертами або до моменту, коли відповіді перестають помітно змінюватися. Метод “Дельфи” є відносно недорогим і комплексним.

Кількісні методи прогнозування також поділяються на дві групи: екстраполяції тенденції та моделювання (теоретичні відомості про моделювання описано у підрозділі 3.1).

Екстраполяція тенденції – це прогнозування з урахуванням закономірностей, що склалися в “передісторії”. Методи прогнозування на основі екстраполяції тенденції досить широко використовуються в управлінні виробництвом, оскільки мають такі переваги:

- достатньо простий апарат дослідження, який привертає до нього велике коло спеціалістів;
- можливість використання портативних і нескладних обчислювальних засобів для виконання розрахунків;
- швидкість виконання розрахунків в оперативному режимі;
- наявність відносно невеликого масиву інформації.

До екстраполяційних належать методи найменших квадратів, експоненційного згладжування та ін. Метод найменших квадратів полягає у побудові функції $Q = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 \rightarrow \min$, яка має таку економічну інтерпретацію: сума квадратів відхилень фактичних рівнів часового ряду y_i від відповідних обчислювальних значень \hat{y}_i має прямувати до мінімуму.

Під час застосування цього методу кожному рівню часового ряду ставиться, відповідно, одна й та ж вага, яка дорівнює $\frac{1}{n}$.

Експоненційне згладжування є прикладом згладжування ковзної середньої, у якій ураховується ступінь старіння даних: чим старіша інформація, тим із меншою вагою входить вона у формулу для розрахунку згладженого значення ряду.

Перед застосуванням методів найменших квадратів чи експоненційного згладжування потрібно виявити основну тенденцію динамічних рядів для отримання більш-менш рівномірної траєкторії. Одним із таких способів є аналітичне вирівнювання, за якого фактичні значення y_t замінюються теоретичними \hat{y}_t , тобто обчисленими на основі певної функції $\hat{y} = f(t)$, яку називають трендовим рівнянням (де t – змінна часу).

Рівняння тренду, яке відображає тенденцію зміни процесу у часі, може бути описане різними залежностями. Так, у програмному пакеті *Statgraphics 2.1 (Statistical Graphics System)* можлива побудова таких моделей:

- лінійної – $\hat{y} = a_0 + a_1t$;
- квадратичної – $\hat{y} = a_0 + a_1t + a_2t^2$;
- експоненційної – $\hat{y} = e^{a_0+a_1t}$;
- S-кривої – $\hat{y} = e^{a_0+a_1/t}$.

5.2. Приклад прогнозування показників інноваційної діяльності

Приклад. Проведемо прогнозування показників наукової та інноваційної діяльності в Україні, використавши для автоматизації процесу програмний пакет Statgraphics 2.1.

Початкові параметри:

тип тренду – лінійний;

кількість прогнозів – 5;

вхідні дані – подано у табл. 5.1;

алгоритм автоматизації – описано у підрозділі 5.3.

Таблиця 5.1

Показники науки та інновацій у Волинській області

Рік	Кількість організацій, які виконують наукові дослідження й розробки	Чисельність науковців, осіб	Чисельність докторів наук в економіці Волинської області, осіб ¹	Чисельність кандидатів наук в економіці Волинської області, осіб ¹	Питома вага підприємств, що займалися інноваціями, %	Загальна сума витрат на фінансування інноваційної діяльності, тис. грн
2000	17	646	44	514	18,2	9097,0
2001	18	662	42	530	29,9	8346,8
2002	18	590	47	546	35,7	25491,1
2003	19	530	44	562	24,5	8752,2
2004	16	476	44	589	10,0	117376,8
2005	16	482	46	588	9,5	9315,5
2006	19	515	52	641	7,8	52780,2
2007	16	310	58	716	19,8	169774,3
2008	13	255	65	753	11,3	232864,2

¹ Станом на 1 жовтня.

Отримані прогностичні показники відображено у табл. 5.2.

Таблиця 5.2

Прогностичні показники науки та інновацій у Волинській області

Рік	Кількість організацій, які виконують наукові дослідження й розробки	Чисельність науковців, осіб	Чисельність докторів наук в економіці Волинської області, осіб	Чисельність кандидатів наук в економіці Волинської області, осіб	Питома вага підприємств, що займалися інноваціями, %	Загальна сума витрат на фінансування інноваційної діяльності, тис. грн
отримані за допомогою трендового аналізу						
2009	14,9722	261,389	61,1111	748,500	7,797220	189963
2010	14,5889	214,422	63,5111	777,333	5,652220	213871
2011	14,2056	167,456	65,9111	806,167	3,507220	237780
2012	13,8222	120,489	68,3111	835,000	1,362220	261688
2013	13,4389	73,5222	70,7111	863,833	-0,782778	285596
отримані за допомогою експоненційного згладжування Брауна						
2009	12,7305	198,7500	68,3203	790,625	11,6855	265771
2010	11,6211	131,9380	72,9102	831,984	10,8629	313593
2011	10,5117	65,1250	77,5000	873,344	10,0402	361414
2012	9,40234	-1,6875	82,0898	914,703	9,21758	409236
2013	8,29297	-68,5000	86,6797	956,063	8,39492	457058

З цієї таблиці видно, що для 1-го, 2-го та 5-го показників намітилися тенденції до спаду за обома методами, а для 3-го, 4-го і 6-го – навпаки, до зростання.

5.3. Автоматизація прогнозування за допомогою програмного пакету Statgraphics 2.1

У програмі *Statgraphics* над файлами можуть виконуватися такі операції:

- *A – Copy* (Копіювати);
- *B – Create* (Створити);
- *C – Edit* (Редагувати)
- *D – Erase* (Знищити);
- *E – Join* (Об'єднати – горизонтально або вертикально);
- *F – Print* (Друкувати);
- *G – Recode* (Перекодувати – для відсутніх значень в імпортованих файлах);
- *H – Rename* (Перейменувати);
- *I – Split* (Розщепити);
- *J – Update* (Поновити – всі зміни зберуться у файл).

Крім того, для роботи у програмі використовуються такі функціональні клавіші:

- *F1 – Help* (Допомога);
- *F2 – Edit* (Редагування);
- *F3 – Savscr* (Збереження екрана);
- *F4 – Prtscr* (Друк екрана);
- *F5 – Opts* (Опції);
- *F6 – Go* (Виконання дії);
- *F7 – Vars* (Вибір змінної);
- *F8 – Cmd* (Введення команди з клавіатури);
- *F9 – Review* (Огляд);
- *F10 – Quit* (Вихід).

Перехід між рядками здійснюється за допомогою клавіш управління курсором (←, ↑, →, ↓).

Для автоматизації побудови лінійних моделей прогнозу за допомогою програми *Statgraphics* потрібно виконати такі дії:

1) завантажити програму (див. рис. 5.2):

Пуск → Програми → *STATGRAPHICS* → *STATGRAF* → ввести *Y (Yes)* → *ENTER*;

2) створити файл із даними (див. рис. 5.3):

Data Management (Управління даними) → *ENTER* → *File Operations* (Операції над файлом) → *ENTER*,
у рядку “*STATGRAPHICS file name*” ввести ім’я файла (наприклад, *prognos*) → *ENTER*,
у рядку “*Desired operation*” (Потрібна операція) ввести *B* → *F6* → *ENTER*,
у рядку “*Desired operation*” (Потрібна операція) ввести *C* → *F6*,
ввести вхідні дані (колонкам із даними будуть присвоєні назви *VAR1*, *VAR2* і т. д.) → *F6* → *Save and exit* (Зберегти і вийти) → *F6* → *ESC* → *ESC* → *ESC*;

3) побудувати моделі прогнозу за допомогою трендового аналізу: *Forecasting* (Прогнозування) → *ENTER* → *Trend Analysis* (Трендовий аналіз) → *ENTER*,
у рядку “*Time series*” натиснути *F7* → вибрати файл *C:PROGNOS.VAR1* → *ENTER*,
у рядку “*Type of trend*” обрати *Linear* → *ENTER*,
у рядку “*Number of forecasts*” увести 5 → *ENTER*,
у рядку “*Summary percentage*” указати 100 → *F6*,
Display summary stats (Показати сумарні статистики) → *ENTER* → переглянути прогнозні значення → *ESC*,
Plot forecasts (Графічні прогнози) → *ENTER* → переглянути графік із первинними даними та прогнозними значеннями → *ESC*,
Save forecasts (Зберегти прогнози) → *ENTER*,
у рядку “*Disc*” (Диск) увести *C*,
у рядку “*File*” (Файл) увести *prognos* → *ENTER*,
у рядку “*Variable*” (Змінна) увести 1 → *F6* → *ESC*,
повторити ці дії для інших змінних, змінивши тільки *C:PROGNOS.VAR1* на *C:PROGNOS.VAR2*, 1 на 2 і т. д.;

4) побудувати моделі прогнозу за допомогою експоненційного згладжування Брауна:

Forecasting (Прогнозування) → *ENTER* → *Brown's Exponential Smoothing* (Експоненційне згладжування Брауна) → *ENTER*,
у рядку “*Time series*” натиснути *F7* → вибрати файл *C:PROGNOS.VAR1* → *ENTER*,
у рядку “*Type of smoothing*” обрати *Linear* → *ENTER*,
у рядку “*Number of forecasts*” увести 5 → *ENTER*,
у рядку “*Summary percentage*” указати 100 → *ENTER*,

у рядку “*Smoothing constant alpha*” увести 0,5 → F6,
Display summary stats (Показати сумарні статистики) → ENTER →
переглянути прогностні значення → ESC,
Plot forecasts (Графічні прогнози) → ENTER → переглянути графік із
первинними даними та прогностними значеннями → ESC,
Save forecasts (Зберегти прогнози) → ENTER,
у рядку “*Disc*” (Диск) увести C,
у рядку “*File*” (Файл) увести *prognos* → ENTER,
у рядку “*Variable*” (Змінна) увести 21 → F6 → ESC,
повторити ці дії для інших змінних, змінивши тільки
C:PROGNOS.VAR1 на C:PROGNOS.VAR2, 21 на 22 і т. д. → ESC →
ESC;

5) переглянути отримані результати (див. рис. 5.4–5.5):

Data Management (Управління даними) → ENTER → *File Operations*
(Операції над файлом) → ENTER,
у рядку “*STATGRAPHICS file name*” ввести ім’я файла *prognos* →
ENTER,
у рядку “*Desired operation*” (Потрібна операція) ввести C → F6,
ввести A (*All*) → переглянути файл із первинними даними та
прогностними значеннями → ESC → ESC;

б) завершити роботу з програмою:

ESC → ESC → ESC → ввести Y (*Yes*).

Автоматизація побудови нелінійних моделей прогнозу за допомогою програми *Statgraphics* відбувається аналогічно, тільки обираються інші типи тренду та згладжування.

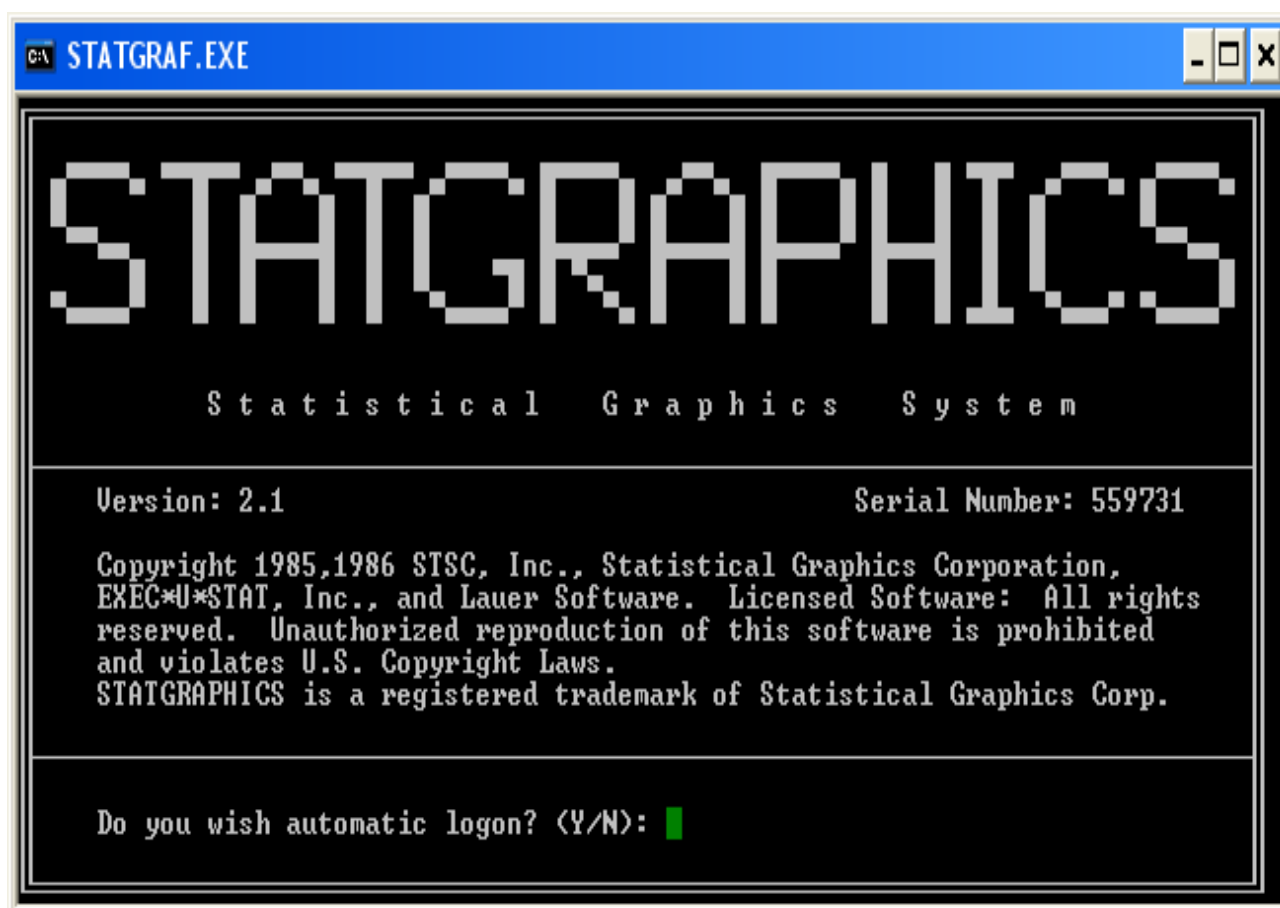


Рис. 5.2. Завантаження програми

Row	VAR1	VAR2	VAR3	VAR4	VAR5	VAR6
1	17	646	44	514	18.2	9097
2	18	662	42	530	29.9	8346.8
3	18	590	47	546	35.7	25491.1
4	19	530	44	562	24.5	8752.2
5	16	476	44	589	10	117377
6	16	482	46	588	9.5	9315.5
7	19	515	52	641	7.8	52780.2
8	16	310	58	716	19.8	169774
9	13	255	65	753	11.3	232864
10						
11						
12						
13						
14						

Cursor at Row: 1 Data Editor Maximum Rows: 9
 Column: 1 Number of Cols: 18

Length 9 9 9 9 9 9
 Type N N N N N N

File: C:PROGNOS Date last updated: 1/ 1/ 8
 1Help 2Edit 3Savscr 4Prtscr 5Opts 6Go 7Vars 8Cmd 9Review 10Quit
 INPUT 2/ 5/10 12:26 STATGRAPHICS Vers. 2.1 FILE

Рис. 5.3. Вхідні дані

Row	1	2	3	4	5	6
1	14.9722	261.389	61.1111	748.5	7.79722	189963
2	14.5889	214.422	63.5111	777.333	5.65222	213871
3	14.2056	167.456	65.9111	806.167	3.50722	237780
4	13.8222	120.489	68.3111	835	1.36222	261688
5	13.4389	73.5222	70.7111	863.833	-0.782778	285596
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						

Length 5 5 5 5 5 5
 Type N N N N N N
 File: C:PROGNOS Date last updated: 1/ 1/ 8
 1Help 2Edit 3Savscr 4Prtsr 5Opts 6Go 7Vars 8Cmd 9Review 10Quit
 INPUT 2/ 5/10 12:32 STATGRAPHICS Vers. 2.1 FILE

Рис. 5.4. Прогнозні дані, отримані за допомогою трендового аналізу

Row	21	22	23	24	25	26
1	12.7305	198.75	68.3203	790.625	11.6855	265771
2	11.6211	131.938	72.9102	831.984	10.8629	313593
3	10.5117	65.125	77.5	873.344	10.0402	361414
4	9.40234	-1.6875	82.0898	914.703	9.21758	409236
5	8.29297	-68.5	86.6797	956.063	8.39492	457058
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						

Length 5 5 5 5 5 5
 Type N N N N N N
 File: C:PROGNOS Date last updated: 1/ 1/ 8
 1Help 2Edit 3Savscr 4Prtsr 5Opts 6Go 7Vars 8Cmd 9Review 10Quit
 INPUT 2/ 5/10 12:32 STATGRAPHICS Vers. 2.1 FILE

Рис. 5.5. Прогнозні дані, отримані за допомогою експоненційного згладжування Брауна



КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ДО ТЕМИ 5

Блок запитань № 1

На якій стадії процесу прогнозування відбувається ...

- верифікація;
- формулювання завдання на розробку прогнозу;
- прогнозування об'єкта?

Що відбувається у процесі прогнозування на ...

- першій стадії;
- другій стадії;
- третій стадії?

За яким критерієм прогнози поділяються на ...

- варіантні та інваріантні;
- оперативні, короткострокові, середньострокові і довгострокові;
- точкові та інтервальні;
- активні та пасивні?

Блок запитань № 2

За способом представлення прогнози поділяються на ...

За можливістю впливу на майбутні прогнози виділяють прогнози ...

За ступенем імовірності прогнози бувають ...

За терміном упередження прогнози поділяються на ...

Який експертний метод прогнозування ...

- полягає у написанні експертом доповідних записок;
- полягає в організації “круглого столу”;
- базується на визначенні логіки процесу або явища у часі за різних умов;
- полягає в організації проведення анкетних опитувань фахівців;
- являє собою вільний, неструктурований процес;
- полягає у безпосередньому контакті експерта зі спеціалістом?

Блок запитань № 3

На якому етапі проведення колективних експертних оцінок ...

- визначається кінцева оцінка;
- складається матриця, що відображає генеральну мету дослідження;
- створюються робочі групи;
- експерти дають відповіді на питання;
- розробляються і формулюються питання для експертів?

Що відбувається на третьому етапі проведення колективних експертних оцінок?

Що відбувається на першому етапі проведення колективних експертних оцінок?

Що відбувається на п'ятому етапі проведення колективних експертних оцінок?

Що відбувається на другому етапі проведення колективних експертних оцінок?

Що відбувається на четвертому етапі проведення колективних експертних оцінок?



ЛІТЕРАТУРА ДО ТЕМИ 5

1. Веб-сторінка Головного управління статистики у Волинській області // Режим доступу : <http://www.vous.gov.ua>
2. Головка Т. В. Стратегічний аналіз : навч.-метод. посіб. для самост. вивч. дисц. / Т. В. Головка, С. В. Сагова ; за ред. д.е.н. М. В. Кужельного. – К. : КНЕУ, 2002. – 198 с.
3. Гордієнко П. Л. Стратегічний аналіз : навч. посіб. / П. Л. Гордієнко. – К. : Алерта, 2006. – 404 с.
4. Грабовецький Б. Є. Економічне прогнозування і планування : навч. посіб. / Б. Є. Грабовецький. – К. : Центр навч. л-ри, 2003. – 188 с.
5. Закон України “Про інноваційну діяльність” // Режим доступу : <http://rada.gov.ua>
6. Лук’яненко І. Г. Економетрика : Практикум з використанням комп’ютера / І. Г. Лук’яненко, Л. І. Краснікова. – К. : Т-во “Знання” ; КОО, 1998. – 220 с.
7. Нанивская В. Г. Теория экономического прогнозирования : учеб. пособие / В. Г. Нанивская, И. В. Андропова. – Тюмень : Тюм ГНГУ, 2000. – 98 с.
8. Письменная А. Б. Основы прогнозирования экономических процессов : учеб. пособие / А. Б. Письменная. – Саратов : Изд-во Саратов. гос. техн. ун-та, 2001. – 52 с.
9. Редченко К. І. Стратегічний аналіз у бізнесі : навч. посіб. / К. І. Редченко. – 2-ге вид., доп. – Л. : Новий світ-2000, 2003. – 272 с.
10. Статистика : підручник / С. С. Герасименко та ін. – К. : Вид-во КНЕУ, 1998. – 468 с.
11. Статистичний щорічник України за 2007 рік / за ред. О. Г. Осауленка. – К. : Консультант, 2008. – 260 с.
12. Тоцька О. Л. Використання програмного пакету Statgraphics для прогнозування економічних процесів / О. Л. Тоцька // Економіка посткомуністичних країн в умовах глобалізації : матеріали міжнар. наук. студ.-асп. конф., Львів, 23–24 квіт. 2004 р. – Л. : Вид-во ЛНУ ім. І. Франка, 2004. – С. 303–304.

13. Тоцька О. Л. Економіко-математичне моделювання випуску продукції в харчовій промисловості України : монографія / О. Л. Тоцька. – Луцьк : РВВ “Вежа” ВНУ ім. Лесі Українки, 2009. – 252 с.
14. Тоцька О. Л. Інформаційні системи в інноваційній діяльності : зб. тестів / О. Л. Тоцька. – Луцьк : Волин. нац. ун-т ім. Лесі Українки, 2010. – 64 с.
15. Тоцька О. Л. Прогнозування виробництва основних видів продовольчих товарів у Волинській області / О. Л. Тоцька // Наук. вісн. Волин. держ. ун-ту ім. Лесі Українки. – 2004. – № 5. – С. 220–223.

Розділ 2



Практика

**ПЛАНУВАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ
КУРСУ “ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ В ІННОВАЦІЙНІЙ
ДІЯЛЬНОСТІ”**

Тема курсу	Назва лабораторного заняття	Кількість годин
Тема 1. Автоматизація кластерного аналізу в інноваційній діяльності	Лабораторна робота 1. Автоматизація методу деревоподібної кластеризації кластерного аналізу в інноваційній діяльності	2,5
	Лабораторна робота 2. Автоматизація методу K-середніх кластерного аналізу в інноваційній діяльності	2,5
Тема 2. Автоматизація факторного аналізу в інноваційній діяльності	Лабораторна робота 3. Автоматизація методу головних компонент факторного аналізу в інноваційній діяльності	3
Тема 3. Автоматизація оптимізаційного моделювання в інноваційній діяльності	Лабораторна робота 4. Автоматизація оптимізаційного моделювання в інноваційній діяльності	4
Тема 4. Автоматизація імітаційного моделювання в інноваційній діяльності	Лабораторна робота 5. Автоматизація імітаційного моделювання в інноваційній діяльності	4
Тема 5. Автоматизація прогнозування в інноваційній діяльності	Лабораторна робота 6. Автоматизація прогнозування в інноваційній діяльності	2
Усього		18

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1

Тема: автоматизація методу деревоподібної кластеризації кластерного аналізу в інноваційній діяльності.

Мета: навчитися проводити кластерний аналіз показників інноваційної діяльності методом деревоподібної кластеризації за допомогою програмного пакету StatSoft Statistica 8.0.

1. Ознайомитися з алгоритмом реалізації методу деревоподібної кластеризації кластерного аналізу за допомогою програмного пакету StatSoft Statistica 8.0 (див. ст. 18–26).

2. Обрати роки, за які проводитиметься аналіз відповідно до свого порядкового номера у журналі (див. табл. 1).

Таблиця 1

Вибір років для аналізу відповідно до порядкового номера студента у журналі

Порядковий номер студента у журналі		Рік			
1	16	2000	2002	2003	2004
2	17	2000	2002	2003	2005
3	18	2000	2002	2003	2006
4	19	2000	2002	2004	2005
5	20	2000	2002	2004	2006
6	21	2000	2002	2005	2006
7	22	2000	2003	2004	2005
8	23	2000	2003	2004	2006
9	24	2000	2003	2005	2006
10	25	2000	2004	2005	2006
11	26	2002	2003	2004	2005
12	27	2002	2003	2004	2006
13	28	2002	2003	2005	2006
14	29	2002	2004	2005	2006
15	30	2003	2004	2005	2006

3. Створити (на основі табл. 1.1) і зберегти файл з показниками обсягів інноваційної продукції (назвати його **вхідні дані 1**).

4. Створити (на основі файла **вхідні дані 1**) і зберегти файл зі стандартизованими показниками обсягів інноваційної продукції (назвати його **стандартизовані дані 1**).

5. Провести (на основі файла **стандартизовані дані 1**) кластерний аналіз областей України за показниками обсягів інноваційної продукції методом деревоподібної кластеризації і зберегти файл з отриманими результатами (назвати його **результати 1**).

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2

Тема: автоматизація методу К-середніх кластерного аналізу в інноваційній діяльності.

Мета: навчитися проводити кластерний аналіз показників інноваційної діяльності методом К-середніх за допомогою програмного пакету StatSoft Statistica 8.0.

1. Ознайомитися з алгоритмом реалізації методу К-середніх кластерного аналізу за допомогою програмного пакету StatSoft Statistica 8.0 (див. ст. 27–33).

2. Обрати роки, за які проводитиметься аналіз відповідно до свого порядкового номера у журналі (див. табл. 1).

3. Створити (на основі табл. 1.2) і зберегти файл з показниками обсягів поставленої на експорт інноваційної продукції (назвати його **вхідні дані 2**).

4. Створити (на основі файла **вхідні дані 2**) і зберегти файл зі стандартизованими показниками обсягів поставленої на експорт інноваційної продукції (назвати його **стандартизовані дані 2**).

5. Провести (на основі файла **стандартизовані дані 2**) кластерний аналіз областей України за показниками обсягів поставленої на експорт інноваційної продукції методом К-середніх і зберегти файл з отриманими результатами (назвати його **результати 2**).

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3

Тема: автоматизація методу головних компонент факторного аналізу в інноваційній діяльності.

Мета: навчитися проводити факторний аналіз показників інноваційної діяльності методом головних компонент за допомогою програмного пакету StatSoft Statistica 8.0.

1. Ознайомитися з алгоритмом реалізації методу головних компонент факторного аналізу за допомогою програмного пакету StatSoft Statistica 8.0 (див. ст. 47–54).

2. Обрати роки, за які проводитиметься аналіз відповідно до свого порядкового номера у журналі (див. табл. 2).

Таблиця 2

Вибір років для аналізу відповідно до порядкового номера студента у журналі

Порядковий номер студента у журналі		Рік				
1	16	2000	2001	2002	2003	2004
2	17	2000	2001	2002	2003	2005
3	18	2000	2001	2002	2003	2006
4	19	2000	2001	2002	2003	2007
5	20	2000	2001	2002	2003	2008
6	21	2001	2002	2003	2004	2005
7	22	2001	2002	2003	2004	2006
8	23	2001	2002	2003	2004	2007
9	24	2001	2002	2003	2004	2008
10	25	2002	2003	2004	2005	2006
11	26	2002	2003	2004	2005	2007
12	27	2002	2003	2004	2005	2008
13	28	2003	2004	2005	2006	2007
14	29	2003	2004	2005	2006	2008
15	30	2004	2005	2006	2007	2008

3. Створити (на основі табл. 2.1) і зберегти файл з показниками інноваційної діяльності в Україні (назвати його **вхідні дані 3**).

4. Створити (на основі файла **вхідні дані 3**) і зберегти файл зі стандартизованими показниками інноваційної діяльності в Україні (назвати його **стандартизовані дані 3**).

5. Провести (на основі файла **стандартизовані дані 3**) факторний аналіз обраних років за показниками інноваційної діяльності в Україні методом головних компонент і зберегти файл з отриманими результатами (назвати його **результати 3**).

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4

Тема: автоматизація оптимізаційного моделювання в інноваційній діяльності.

Мета: навчитися створювати оптимізаційну модель виробництва продукції за допомогою електронної таблиці Microsoft Excel.

1. Ознайомитися з алгоритмом побудови оптимізаційної моделі за допомогою електронної таблиці Microsoft Excel (див. ст. 68–69).

2. Обрати критерій оптимальності відповідно до свого порядкового номера у журналі (див. табл. 3).

Таблиця 3

Вибір критерію оптимальності відповідно до порядкового номера студента у журналі

Порядковий номер студента у журналі					Критерій оптимальності	Цільова комірка	Значення цільової комірки
1	7	13	19	25	максимум прибутку	C22	максимальне
2	8	14	20	26	максимум чистого доходу	C23	максимальне
3	9	15	21	27	мінімум повної собівартості	C24	мінімальне
4	10	16	22	28	максимум випуску продукції	C25	максимальне
5	11	17	23	29	мінімум витрат основної сировини	C26	мінімальне
6	12	18	24	30	мінімум затрат часу	C27	мінімальне

3. Створити (на основі рис. 1) і зберегти файл з оптимізаційною моделлю виробництва продукції (назвати його **моделі**).

4. Заповнити створений файл вхідними даними, замінивши символи **xx** на свій порядковий номер у журналі (напр., 05; 15; 25 тощо).

5. Знайти оптимальне значення обраного критерію за допомогою надбудови Microsoft Excel “Пошук рішення”.

6. Побудувати діаграму з результатами оптимізаційного моделювання (зразок див. на рис. 3.3).

7. Перевірити орфографію.

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
2	Оптимізаційна модель виробництва продукції														
3	Показник	Товар 1	Товар 2	Товар 3	Товар 4	Товар 5	Товар 6	Інноваційний товар 1	Інноваційний товар 2	Інноваційний товар 3	Інноваційний товар 4	Інноваційний товар 5	Інноваційний товар 6	Сума за усім обсягом продукції	Обмеження на весь обсяг продукції
4	Вага виробу, кг	0,7	0,6	0,7	0,5	0,6	0,4	0,4	0,4	0,3	0,4	0,2	0,1		
5	Витрати основної сировини 1 на виготовлення 1 т продукції, кг		550,xx			766,78	788,52	778,xx	623,42	685,33	663,93	642,xx	580,38		52327,10
6	Витрати основної сировини 2 на виготовлення 1 т продукції, кг	356,56	235,80	779,29	424,xx										103543,17
7	Витрати основної сировини 3 на виготовлення 1 т продукції, кг	356,xx			247,82										37854,xx
8	Затрати часу на виготовлення партії продукції, хв	55	55	55	55	45	45	45	45	40	40	40	40		35496
9	Місткість партії випуску продукції, т	0,800	0,686	0,8xx	0,571	0,686	0,4xx	0,457	0,457	0,343	0,457	0,229	0,114		
10	Кількість партій випуску продукції														
11	Змінні загальні витрати на виготовлення 1 т продукції, грн	1034,35	1214,10	1185,50	1493,25	1687,10	1740,10	1750,10	3385,10	2419,xx	3177,60	3485,10	2622,10		580000,00
12	Чистий дохід від продажу 1 т продукції, грн	1226,20	2166,67	1726,20	2400,00	2300,xx	2812,50	2812,50	4166,67	4722,22	4583,33	5416,67	3000,xx		
13	Маржинальний прибуток від продажу 1 т продукції, грн														
14	Постійні загальні витрати, грн													45000,00	
15	Загальні витрати (повна собівартість) на виготовлення продукції, грн														
16	Прибуток від продажу продукції, грн														
17	Планований обсяг випуску продукції, т	98,844	60,124	64,730	7,183	1,698	6,270	4,380	4,591	5,338	0,366	0,905	0,913		
18	Мінімальний обсяг виготовлення продукції, т	97,278	58,872	62,129	7,717	1,732	6,166	4,275	4,1xx	4,616	0,2xx	0,793	0,784		
19	Максимальний обсяг виготовлення продукції, т													2xx	
20	Умови невід'ємності змінних	0													
21	Критерій оптимальності														
22	Прибуток, грн														
23	Чистий дохід, грн														
24	Повна собівартість, грн														
25	Випуск продукції, т														
26	Витрати основної сировини, кг														
27	Затрати часу, хв														

Рис. 1. Вхідні дані оптимізаційної моделі виробництва продукції

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5

Тема: автоматизація імітаційного моделювання в інноваційній діяльності.

Мета: навчитися створювати імовірно-автоматну модель виробництва продукції за допомогою електронної таблиці Microsoft Excel.

1. Ознайомитися з алгоритмом побудови імовірно-автоматної моделі за допомогою електронної таблиці Microsoft Excel (див. ст. 89–96).

2. Створити (на основі рис. 2) на другому аркуші файла **моделі** імовірно-автоматну модель виробництва продукції.

3. Заповнити створену модель вхідними даними, замінивши символи **xx** на свій порядковий номер у журналі (напр., 05; 15; 25 тощо).

4. Згенерувати випадкові числа за допомогою інструмента Microsoft Excel “Генерація випадкових чисел”.

5. Побудувати діаграми з результатами імовірно-автоматного моделювання (зразки див. на рис. 4.4, 4.6–4.7).

6. Перевірити орфографію.

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y
2	Імовірісно-автоматна модель виробництва продукції																							
3	T	A	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	F	V1	V2	V3	P1	P2	P3	Z1	Z2	Z3
4	0	1	4555	3232	2983	463	91	506	353	370	574	30	146	295	8,237	1632,61	3319,83	1194,35	0	0	0	503xx,00	621xx,00	217xx,40
5	1																							
6	2																							
7	3																							
8	4																							
9	5																							
10	6																							
11	7																							
12	8																							
13	9																							
14	10																							
15	11																							
16	12																							
17	13																							
18	14																							
19	15																							
20	16																							
21	17																							
22	18																							
23	19																							
24	20																							
25	Середнє																							

Рис. 2. Вхідні дані імовірісно-автоматної моделі виробництва продукції

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 6

Тема: автоматизація прогнозування в інноваційній діяльності.

Мета: навчитися проводити прогнозування показників інноваційної діяльності за допомогою програмного пакету Statgraphics 2.1.

1. Ознайомитися з алгоритмом реалізації прогнозування за допомогою програмного пакету Statgraphics 2.1 (див. ст. 108–112).

2. Обрати області, для яких проводитиметься прогнозування відповідно до свого порядкового номера у журналі (див. табл. 4).

Таблиця 4

Вибір областей для прогнозування відповідно до порядкового номера студента у журналі

Порядковий номер студента у журналі		Області України
1	16	АР Крим–Кіровоградська
2	17	Вінницька–Луганська
3	18	Волинська–Львівська
4	19	Дніпропетровська–Миколаївська
5	20	Донецька–Одеська
6	21	Житомирська–Полтавська
7	22	Закарпатська–Рівненська
8	23	Запорізька–Сумська
9	24	Івано-Франківська–Тернопільська
10	25	Київська–Харківська
11	26	Кіровоградська–Херсонська
12	27	Луганська–Хмельницька
13	28	Львівська–Черкаська
14	29	Миколаївська–Чернівецька
15	30	Одеська–Чернігівська

3. Створити (на основі табл. 5) і зберегти файл із показниками кількості наукових організацій, де змінними слугуватимуть вибрані одинадцять регіонів України (назвати його **prognos**).

4. Побудувати за допомогою трендового аналізу (на основі файла **prognos**) лінійні моделі прогнозу кількості наукових організацій за вибраними одинадцятьма регіонами України на п'ять років і зберегти отримані результати у тому ж файлі, присвоюючи змінним номери від 1 до 11.

Таблиця 5

Кількість наукових організацій за регіонами

Область України	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
АР Крим	60	56	60	57	58	62	60	63
Вінницька	31	31	31	31	30	28	24	24
Волинська	17	18	18	19	16	16	19	16
Дніпропетровська	94	103	103	107	108	109	105	93
Донецька	101	91	91	86	83	81	77	74
Житомирська	14	12	11	11	12	12	9	11
Закарпатська	18	16	16	19	21	21	20	21
Запорізька	45	41	40	40	37	38	35	35
Івано-Франківська	18	17	17	21	21	21	21	23
Київська	413	413	401	403	426	429	397	376
Кіровоградська	13	9	10	12	11	11	11	12
Луганська	48	46	45	44	52	49	52	51
Львівська	90	95	91	95	90	87	82	84
Миколаївська	46	45	41	38	40	41	54	54
Одеська	72	71	72	73	73	74	66	65
Полтавська	28	26	27	29	26	32	30	25
Рівненська	18	16	16	16	17	17	15	13
Сумська	25	25	25	24	27	29	27	25
Тернопільська	15	17	18	19	17	16	16	14
Харківська	217	227	242	241	233	227	228	218
Херсонська	26	22	22	21	23	28	26	25
Хмельницька	6	7	7	6	7	6	6	7
Черкаська	33	32	33	32	32	30	29	31
Чернівецька	17	18	17	20	23	24	21	22
Чернігівська	25	25	23	23	22	22	22	22

5. Побудувати за допомогою експоненційного згладжування Брауна (на основі файла **prognos**) лінійні моделі прогнозу кількості наукових організацій за вибраними одинадцятьма регіонами України на п'ять років і зберегти отримані результати у тому ж файлі, присвоюючи змінним номери від 21 до 31.

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ТЕСТУВАННЯ

У навчальному посібнику наведено питання до двох видів тестів, а також сформовано на їхній основі вісім варіантів до першого виду і десять – до другого. Тести призначені для закріплення теоретичних знань, повторення та контролю. Правильні відповіді на тестові питання студенти мають знайти в рекомендованій літературі та в тексті лекцій під час самостійної підготовки до складання тестів.

Питання *тесту № 1* складені до таких тем:

- Автоматизація кластерного аналізу в інноваційній діяльності;
- Автоматизація факторного аналізу в інноваційній діяльності.

Варіанти цього тесту містять дев'ять питань: 6 – із першої теми; 3 – із другої.

Питання *тесту № 2* складені до таких тем:

- Автоматизація оптимізаційного моделювання в інноваційній діяльності;
- Автоматизація імітаційного моделювання в інноваційній діяльності;
- Автоматизація прогнозування в інноваційній діяльності.

Варіанти цього тесту містять одинадцять питань: 6 – із першої теми; 2 – із другої; 3 – із третьої.

Закінчивши вивчення кожного змістового модуля, студенти пишуть відповідний тест. На всі питання тестів подано по чотири відповіді, серед яких одна правильна. Вона оцінюється трьома балами.

ВАРІАНТИ 1–8 ТЕСТУ № 1

Варіант 1

1. Під час застосування якого методу кластерного аналізу відбувається об'єднання об'єктів у достатньо великі групи з використанням деякої міри схожості чи відстані між об'єктами?

- а) двоходового об'єднання;
- б) деревоподібної кластеризації;
- в) К-середніх;
- г) N-середніх.

2. На якому етапі проведення деревоподібної кластеризації відбувається об'єднання об'єктів у кластери?

- а) другому;
- б) третьому;
- в) четвертому;
- г) першому.

3. Яка міра відстаней під час деревоподібної кластеризації обчислюється за формулою $\text{відстань}(x, y) = \sum_{i=1}^n |x_i - y_i|$?

- а) відстань Чебишева;
- б) коефіцієнт кореляції Пірсона;
- в) відстань міських кварталів (Манхеттенська);
- г) евклідова відстань.

4. За якою формулою обчислюється відстань Чебишева?

- а) $\text{відстань}(x, y) = \max |x_i - y_i|$;
- б) $\text{відстань}(x, y) = \sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2$;
- в) $\text{відстань}(x, y) = \left(\sum_{i=1}^n |x_i - y_i|^p \right)^{\frac{1}{p}}$;
- г) $\text{відстань}(x, y) = \frac{(\text{кількість } x_i \neq y_i)}{i}$.

5. За якого алгоритму об'єднання об'єктів у кластери відстань між двома кластерами обчислюється як відстань між їх середніми значеннями показників?

- а) зважене попарне групове середнє;

- б) зважений попарний груповий центроїд;
- в) незважене попарне групове середнє;
- г) незважений попарний груповий центроїд.

6. Як обчислюється відстань між двома кластерами за алгоритмом повного об'єднання?

- а) як максимальна відстань між усіма парами об'єктів, які їм належать;
- б) як мінімальна відстань між усіма парами об'єктів, котрі їм належать;
- в) мінімізується дисперсія двох кластерів, що об'єднуються на кожному кроці об'єднання;
- г) як середня відстань між усіма парами об'єктів, котрі їм належать.

7. На якому етапі проведення факторного аналізу відбувається сортування власних значень у порядку спаду?

- а) п'ятому;
- б) четвертому;
- в) шостому;
- г) третьому.

8. П'ятим етапом факторного аналізу є ...

- а) обертання факторів;
- б) сортування власних значень у порядку спаду;
- в) обчислення коефіцієнтів кореляції Пірсона між досліджуваними змінними;
- г) визначення факторів та їхньої оптимальної кількості.

9. Як називається спосіб визначення кількості факторів, який ґрунтується на аналізі спеціального графіка?

- а) критерій Кайзера;
- б) критерій кам'янистого осипу;
- в) критерій Пірсона;
- г) критерій Хоттелінга.

Варіант 2

1. До якого діапазону значень приводить стандартизація показників за кластерного аналізу?

- а) від -3 до +3;
- б) від -1 до +1;
- в) від -5 до +5;
- г) від -2 до +2.

2. Першим етапом проведення деревоподібної кластеризації є ...

- а) побудова матриці стандартизованих вхідних даних;
- б) об'єднання об'єктів у кластери;
- в) побудова матриці відстаней;
- г) побудова матриці вхідних даних.

3. Яка міра відстаней під час деревоподібної кластеризації

обчислюється за формулою $\text{відстань}(x, y) = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{(n-1)s_x s_y}$?

- а) степенева відстань;
- б) коефіцієнт кореляції Пірсона;
- в) відстань міських кварталів (Манхеттенська);
- г) відстань Чебишева.

4. За якою формулою обчислюється евклідова відстань?

- а) $\text{відстань}(x, y) = \sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2$;
- б) $\text{відстань}(x, y) = \left(\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2 \right)^{\frac{1}{2}}$;
- в) $\text{відстань}(x, y) = \max |x_i - y_i|$;
- г) $\text{відстань}(x, y) = \left(\sum_{i=1}^n |x_i - y_i|^p \right)^{\frac{1}{p}}$.

5. За якого алгоритму об'єднання об'єктів у кластери мінімізується дисперсія двох кластерів, що об'єднуються на кожному кроці об'єднання?

- а) незважене попарне групове середнє;
- б) одинарне об'єднання;
- в) метод Варда (Уорда);
- г) повне об'єднання.

6. Як обчислюється відстань між двома кластерами за алгоритмом зваженого попарного групового середнього?

- а) як середня відстань між усіма парами об'єктів, котрі їм належать;
- б) як відстань між їх середніми значеннями показників;
- в) як відстань між їх середніми значеннями показників, а кількість об'єктів у кластері використовується як ваговий коефіцієнт;
- г) як середня відстань між усіма парами об'єктів, котрі їм належать, а кількість об'єктів у кластері використовується як ваговий коефіцієнт.

7. На якому етапі проведення факторного аналізу відбувається визначення факторів та їхньої оптимальної кількості?

- а) сьомому;
- б) шостому;
- в) п'ятому;
- г) четвертому.

8. Четвертим етапом факторного аналізу є ...

- а) сортування власних значень у порядку спаду;
- б) стандартизація заданих значень змінних;
- в) визначення власних значень редуційної кореляційної матриці;
- г) визначення факторів та їхньої оптимальної кількості.

9. У якому році Г. Хоттелінг докладно розробив метод головних компонент?

- а) 1966 р.;
- б) 1960 р.;
- в) 1901 р.;
- г) 1933 р.

Варіант 3

1. Як з англійської мови перекладається слово cluster?

- а) сукупність;
- б) сфера;
- в) гроно;
- г) коло.

2. На якому етапі проведення деревоподібної кластеризації відбувається побудова матриці стандартизованих вхідних даних?

- а) четвертому;
- б) другому;
- в) першому;
- г) третьому.

3. Яка міра відстаней під час деревоподібної кластеризації обчислюється за формулою $\text{відстань}(x, y) = \frac{(\text{кількість } x_i \neq y_i)}{i}$?

- а) процент незгоди;
- б) степенева відстань;
- в) відстань Чебишева;
- г) евклідова відстань.

4. За якою формулою обчислюється квадрат евклідової відстані?

- а) $\text{відстань}(x, y) = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{(n-1)s_x s_y}$;
- б) $\text{відстань}(x, y) = \sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2$;
- в) $\text{відстань}(x, y) = \sum_{i=1}^n |x_i - y_i|$;
- г) $\text{відстань}(x, y) = \left(\sum_{i=1}^n |x_i - y_i|^p \right)^{\frac{1}{p}}$.

5. За якого алгоритму об'єднання об'єктів у кластери відстань між двома кластерами визначається як середня відстань між усіма парами об'єктів, котрі їм належать?

- а) незважений попарний груповий центроїд;
- б) метод Варда (Уорда);
- в) незважене попарне групове середнє;
- г) повне об'єднання.

6. Як по-іншому називається метод деревоподібної кластеризації?
- а) двоходове об'єднання;
 - б) повне об'єднання;
 - в) одинарне об'єднання;
 - г) об'єднання.
7. На якому етапі проведення факторного аналізу відбувається обертання факторів?
- а) четвертому;
 - б) п'ятому;
 - в) третьому;
 - г) шостому.
8. Другим етапом факторного аналізу є ...
- а) обчислення коефіцієнтів кореляції Пірсона між досліджуваними змінними;
 - б) визначення факторів та їхньої оптимальної кількості;
 - в) сортування власних значень у порядку спаду;
 - г) визначення власних значень редуційної кореляційної матриці.
9. У якому році був запропонований критерій Кайзера для визначення кількості факторів?
- а) 1933 р.;
 - б) 1960 р.;
 - в) 1966 р.;
 - г) 1901 р.

Варіант 4

1. До якого виду кластерного аналізу належать задачі класифікації порівняно невеликих за обсягом сукупностей спостережень?

- а) четвертого;
- б) другого;
- в) першого;
- г) третього.

2. Третім етапом проведення деревоподібної кластеризації є ...

- а) побудова матриці відстаней;
- б) побудова матриці вхідних даних;
- в) об'єднання об'єктів у кластери;
- г) побудова матриці стандартизованих вхідних даних.

3. Яка міра відстаней під час деревоподібної кластеризації

обчислюється за формулою *відстань* $(x, y) = \left(\sum_{i=1}^n |x_i - y_i|^p \right)^{\frac{1}{p}}$?

- а) квадрат евклідової відстані;
- б) евклідова відстань;
- в) відстань міських кварталів (Манхеттенська);
- г) степенева відстань.

4. За якою формулою обчислюється відстань міських кварталів (Манхеттенська)?

а) *відстань* $(x, y) = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{(n-1)s_x s_y}$;

б) *відстань* $(x, y) = \sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2$;

в) *відстань* $(x, y) = \sum_{i=1}^n |x_i - y_i|$;

г) *відстань* $(x, y) = \max |x_i - y_i|$.

5. За якого алгоритму об'єднання об'єктів у кластери відстань між двома кластерами обчислюється як мінімальна відстань між усіма парами об'єктів, котрі їм належать?

- а) незважене попарне групове середнє;
- б) одинарне об'єднання;
- в) повне об'єднання;

г) метод Варда (Уорда).

6. Як обчислюється відстань між двома кластерами за алгоритмом незваженого попарного групового середнього?

а) як середня відстань між усіма парами об'єктів, котрі їм належать, а кількість об'єктів у кластері використовується як ваговий коефіцієнт;

б) як середня відстань між усіма парами об'єктів, котрі їм належать;

в) як відстань між їх середніми значеннями показників;

г) як відстань між їх середніми значеннями показників, а кількість об'єктів у кластері використовується як ваговий коефіцієнт.

7. На якому етапі проведення факторного аналізу відбувається інтерпретація факторів?

а) восьмому;

б) шостому;

в) четвертому;

г) сьомому.

8. Першим етапом факторного аналізу є ...

а) сортування власних значень у порядку спаду;

б) стандартизація заданих значень змінних;

в) обчислення коефіцієнтів кореляції Пірсона між досліджуваними змінними;

г) визначення власних значень редуційної кореляційної матриці.

9. Хто докладно розробив метод головних компонент у 1933 році?

а) Г. Хоттелінг;

б) К. Пірсон;

в) Р. Кеттел;

г) Ч. Спірмен.

Варіант 5

1. Під час застосування якого методу кластерного аналізу проводиться кластеризація і спостережень, і змінних?

- а) деревоподібної кластеризації;
- б) К-середніх;
- в) N-середніх;
- г) двоходового об'єднання.

2. На якому етапі проведення деревоподібної кластеризації відбувається побудова матриці вхідних даних?

- а) четвертому;
- б) третьому;
- в) другому;
- г) першому.

3. Яка міра відстаней під час деревоподібної кластеризації обчислюється за формулою $\text{відстань}(x, y) = \max|x_i - y_i|$?

- а) відстань міських кварталів (Манхеттенська);
- б) відстань Чебишева;
- в) степенева відстань;
- г) коефіцієнт кореляції Пірсона.

4. За якою формулою обчислюється степенева відстань?

- а) $\text{відстань}(x, y) = \left(\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2 \right)^{\frac{1}{2}}$;
- б) $\text{відстань}(x, y) = \sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2$;
- в) $\text{відстань}(x, y) = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{(n-1)s_x s_y}$;
- г) $\text{відстань}(x, y) = \left(\sum_{i=1}^n |x_i - y_i|^p \right)^{\frac{1}{p}}$.

5. Якою матрицею є матриця відстаней?

- а) пропорційною;
- б) нульовою;
- в) симетричною;
- г) одиничною.

6. Як обчислюється відстань між двома кластерами за алгоритмом одинарного об'єднання?

- а) як мінімальна відстань між усіма парами об'єктів, котрі їм належать;
- б) мінімізується дисперсія двох кластерів, що об'єднуються на кожному кроці об'єднання;
- в) як максимальна відстань між усіма парами об'єктів, які їм належать;
- г) як середня відстань між усіма парами об'єктів, котрі їм належать.

7. На якому етапі проведення факторного аналізу відбувається стандартизація заданих значень змінних?

- а) першому;
- б) четвертому;
- в) третьому;
- г) другому.

8. Шостим етапом факторного аналізу є ...

- а) інтерпретація факторів;
- б) обертання факторів;
- в) обчислення коефіцієнтів кореляції Пірсона між досліджуваними змінними;
- г) сортування власних значень у порядку спаду.

9. Як називається спосіб визначення кількості факторів, за якого залишають фактори, власні значення яких перевищують одиницю?

- а) критерій Пірсона;
- б) критерій кам'янистого осипу;
- в) критерій Кайзера;
- г) критерій Хоттелінга.

Варіант 6

1. Яка наука вперше застосувала кластерний аналіз?
 - а) психологія;
 - б) соціологія;
 - в) археологія;
 - г) біологія.

2. Четвертим етапом проведення деревоподібної кластеризації є ...
 - а) об'єднання об'єктів у кластери;
 - б) побудова матриці стандартизованих вхідних даних;
 - в) побудова матриці вхідних даних;
 - г) побудова матриці відстаней.

3. Яка міра відстаней під час деревоподібної кластеризації обчислюється за формулою $\text{відстань}(x, y) = \sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2$?
 - а) евклідова відстань;
 - б) відстань міських кварталів (Манхеттенська);
 - в) квадрат евклідової відстані;
 - г) степенева відстань.

4. За якою формулою обчислюється процент незгоди?
 - а) $\text{відстань}(x, y) = \sum_{i=1}^n |x_i - y_i|$;
 - б) $\text{відстань}(x, y) = \frac{(\text{кількість } x_i \neq y_i)}{i}$;
 - в) $\text{відстань}(x, y) = \left(\sum_{i=1}^n |x_i - y_i|^p \right)^{\frac{1}{p}}$;
 - г) $\text{відстань}(x, y) = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{(n-1)s_x s_y}$.

5. За якого алгоритму об'єднання об'єктів у кластери відстань між двома кластерами обчислюється як відстань між їх середніми значеннями показників, а кількість об'єктів у кластері використовується як ваговий коефіцієнт?
 - а) зважений попарний груповий центроїд;
 - б) метод Варда (Уорда);
 - в) зважене попарне групове середнє;
 - г) повне об'єднання.

6. Як обчислюється відстань між двома кластерами за алгоритмом методу Варда (Уорда)?

- а) як мінімальна відстань між усіма парами об'єктів, котрі їм належать;
- б) як середня відстань між усіма парами об'єктів, котрі їм належать;
- в) мінімізується дисперсія двох кластерів, що об'єднуються на кожному кроці об'єднання;
- г) як максимальна відстань між усіма парами об'єктів, які їм належать.

7. На якому етапі проведення факторного аналізу відбувається визначення власних значень редуційної кореляційної матриці?

- а) другому;
- б) четвертому;
- в) третьому;
- г) п'ятому.

8. Які цифри стоять на діагоналі кореляційної матриці під час компонентного аналізу?

- а) трійки;
- б) двійки;
- в) нулі;
- г) одиниці.

9. У якому році К. Пірсон запропонував метод головних компонент?

- а) 1910 р.;
- б) 1903 р.;
- в) 1900 р.;
- г) 1901 р.

Варіант 7

1. До якого виду кластерного аналізу належать задачі класифікації великих за обсягом сукупностей спостережень?

- а) четвертого;
- б) першого;
- в) третього;
- г) другого.

2. На якому етапі проведення деревоподібної кластеризації відбувається побудова матриці відстаней?

- а) другому;
- б) четвертому;
- в) третьому;
- г) першому.

3. Яка міра відстаней під час деревоподібної кластеризації обчислюється за формулою $\text{відстань}(x, y) = \left(\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2 \right)^{\frac{1}{2}}$?

- а) евклідова відстань;
- б) коефіцієнт кореляції Пірсона;
- в) квадрат евклідової відстані;
- г) степенева відстань.

4. За якою формулою обчислюється коефіцієнт кореляції Пірсона?

- а) $\text{відстань}(x, y) = \max |x_i - y_i|$;
- б) $\text{відстань}(x, y) = \left(\sum_{i=1}^n |x_i - y_i|^p \right)^{\frac{1}{p}}$;
- в) $\text{відстань}(x, y) = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{(n-1)s_x s_y}$;
- г) $\text{відстань}(x, y) = \sum_{i=1}^n |x_i - y_i|$.

5. За якого алгоритму об'єднання об'єктів у кластери відстань між двома кластерами визначається як середня відстань між усіма парами об'єктів, котрі їм належать, а кількість об'єктів у кластері використовується як ваговий коефіцієнт?

- а) зважене попарне групове середнє;
- б) повне об'єднання;

- в) метод Варда (Уорда);
- г) зважений попарний груповий центроїд.

6. Як обчислюється відстань між двома кластерами за алгоритмом незваженого попарного групового центроїду?

- а) мінімізується дисперсія двох кластерів, що об'єднуються на кожному кроці об'єднання;
- б) як відстань між їх середніми значеннями показників;
- в) як середня відстань між усіма парами об'єктів, котрі їм належать;
- г) як максимальна відстань між усіма парами об'єктів, які їм належать.

7. Коли виникли моделі факторного аналізу?

- а) на початку XX ст.;
- б) на початку XIX ст.;
- в) наприкінці XX ст.;
- г) наприкінці XIX ст.

8. Сьомим етапом факторного аналізу є ...

- а) визначення власних значень редуційної кореляційної матриці;
- б) обертання факторів;
- в) інтерпретація факторів;
- г) визначення факторів та їхньої оптимальної кількості.

9. У якому році був запропонований критерій кам'янистого осипу для визначення кількості факторів?

- а) 1969 р.;
- б) 1966 р.;
- в) 1960 р.;
- г) 1965 р.

Варіант 8

1. Під час застосування якого методу кластерного аналізу вибираються декілька випадкових кластерів, розташованих на якомога більшій відстані один від одного, а потім змінюється належність до них об'єктів?

- а) К-середніх;
- б) N-середніх;
- в) двоходового об'єднання;
- г) деревоподібної кластеризації.

2. Другим етапом проведення деревоподібної кластеризації є ...

- а) об'єднання об'єктів у кластери;
- б) побудова матриці стандартизованих вхідних даних;
- в) побудова матриці відстаней;
- г) побудова матриці вхідних даних.

3. За якою формулою проводиться стандартизація показників?

- а) $z_i = \frac{(x_i - \bar{y})}{d}$;
- б) $z_i = \frac{(x_i - x)}{s}$;
- в) $z_i = \frac{(x_i - \bar{x})}{d}$;
- г) $z_i = \frac{(x_i - \bar{x})}{s}$.

4. Як називається сукупність методів класифікації багатовимірних спостережень, основна мета якої полягає в розподілі вхідних даних на однорідні групи так, щоб об'єкти всередині групи були схожими між собою згідно з деяким критерієм, а об'єкти з різних груп відрізнялися один від одного?

- а) кластерний аналіз;
- б) факторний аналіз;
- в) дисперсійний аналіз;
- г) регресійний аналіз.

5. За якого алгоритму об'єднання об'єктів у кластери відстань між двома кластерами обчислюється як максимальна відстань між усіма парами об'єктів, які їм належать?

- а) зважений попарний груповий центроїд;
- б) одинарне об'єднання;
- в) повне об'єднання;
- г) метод Варда (Уорда).

6. Як обчислюється відстань між двома кластерами за алгоритмом зваженого попарного групового центроїду?

- а) мінімізується дисперсія двох кластерів, що об'єднуються на кожному кроці об'єднання;
- б) як максимальна відстань між усіма парами об'єктів, які їм належать;
- в) як відстань між їх середніми значеннями показників, а кількість об'єктів у кластері використовується як ваговий коефіцієнт;
- г) як середня відстань між усіма парами об'єктів, котрі їм належать, а кількість об'єктів у кластері використовується як ваговий коефіцієнт.

7. На якому етапі проведення факторного аналізу відбувається обчислення коефіцієнтів кореляції Пірсона між досліджуваними змінними?

- а) четвертому;
- б) другому;
- в) третьому;
- г) першому.

8. Третім етапом факторного аналізу є ...

- а) стандартизація заданих значень змінних;
- б) сортування власних значень у порядку спаду;
- в) визначення власних значень редуційної кореляційної матриці;
- г) визначення факторів та їхньої оптимальної кількості.

9. Хто запропонував метод головних компонент у 1901 році?

- а) Ч. Спірмен;
- б) Г. Хотелінг;
- в) Л. Терстоун;
- г) К. Пірсон.

ВАРІАНТИ 1–10 ТЕСТУ № 2**Варіант 1**

1. На якій стадії економетричного дослідження відбувається тестування підтримуваної гіпотези?
 - а) третій;
 - б) четвертій;
 - в) другій;
 - г) першій.

2. За яким критерієм моделі поділяються на балансові, рівноважні, трендові, оптимізаційні й імітаційні?
 - а) загальне цільове призначення;
 - б) конкретне цільове призначення;
 - в) ступінь агрегування;
 - г) розмір.

3. Які моделі призначені для використання у процесах машинної обробки?
 - а) рівноважні;
 - б) імітаційні;
 - в) трендові;
 - г) балансові.

4. На якому етапі алгоритму розв'язування оптимізаційної задачі відбувається розв'язання задачі?
 - а) четвертому;
 - б) шостому;
 - в) сьомому;
 - г) п'ятому.

5. Третім етапом алгоритму розв'язування оптимізаційної задачі є ...
 - а) формування математичної моделі;
 - б) розв'язання задачі;
 - в) змістова постановка завдання;
 - г) збір вхідних даних.

6. Яким має бути набір критеріїв, щоб процес оцінювання можна було спростити, розбивши його на частини?

- а) мінімальним;
- б) повним;
- в) не надлишковим;
- г) здатним до поділу.

7. Які зарубіжні вчені досліджували наукову діяльність членів Американського товариства дослідження операцій?

- а) Р. Кіні та Х. Райфа;
- б) Л. Канторович і О. Орлов;
- в) Р. Шеннон і В. Байлес;
- г) Д. Нейман і С. Улам.

8. Продовжіть визначення: система розподілу незалежних випадкових величин – ...

- а) деталізує, які значення можуть набувати внутрішні стани автоматів, їхній вхідний і вихідний сигнали;
- б) задає внутрішні стани автоматів у початковий момент часу;
- в) представляє всі випадкові величини, які впливають на зміну внутрішніх станів моделі;
- г) забезпечує обчислення внутрішніх станів автоматів моделі в наступний $(t+1)$ момент часу на основі даних, отриманих у попередній момент часу (t) .

9. На якій стадії процесу прогнозування відбувається верифікація?

- а) третій;
- б) четвертій;
- в) першій;
- г) другій.

10. Який експертний метод прогнозування базується на визначенні логіки процесу або явища у часі за різних умов?

- а) “Дельфи”;
- б) аналітичний;
- в) “комісій”;
- г) написання сценарію.

11. На якому етапі проведення колективних експертних оцінок складається матриця, що відображає генеральну мету дослідження?

- а) третьому;
- б) другому;
- в) четвертому;
- г) першому.

Варіант 2

1. Першою стадією економетричного дослідження є ...
 - а) формулювання підтримуваної гіпотези;
 - б) вирішення на підставі певних критеріїв, чи оцінки є задовільними та надійними;
 - в) тестування підтримуваної гіпотези;
 - г) визначення придатності моделі до передбачення.

2. За яким критерієм моделі поділяються на детерміновані і стохастичні?
 - а) конкретне цільове призначення;
 - б) ступінь агрегування;
 - в) розмір;
 - г) урахування фактору невизначеності.

3. Які моделі дають змогу вибрати найбільш раціональний варіант?
 - а) балансові;
 - б) оптимізаційні;
 - в) рівноважні;
 - г) трендові.

4. На якому етапі алгоритму розв'язування оптимізаційної задачі відбувається формування математичної моделі?
 - а) першому;
 - б) другому;
 - в) третьому;
 - г) четвертому.

5. Шостим етапом алгоритму розв'язування оптимізаційної задачі є ...
 - а) розв'язання задачі;
 - б) збір вхідних даних;
 - в) аналіз отриманого оптимального розв'язку;
 - г) прийняття рішення.

6. Яким має бути набір критеріїв, щоб розмірність проблеми залишалась якомога меншою?
 - а) не надлишковим;
 - б) мінімальним;

- в) здатним до поділу;
- г) повним.

7. Аналізи якого типу можна виконати за допомогою імітаційних моделей?

- а) що буде, коли ...;
- б) що буде внаслідок ...;
- в) що буде результатом ...;
- г) що буде, якщо

8. Продовжіть визначення: таблиця умовних функціоналів-переходів – ...

- а) є сукупністю систем, за якими відбувається перерахування вихідних сигналів автоматної моделі;
- б) забезпечує обчислення внутрішніх станів автоматів моделі в наступний $(t+1)$ момент часу на основі даних, отриманих у попередній момент часу (t) ;
- в) деталізує, які значення можуть набувати внутрішні стани автоматів, їхній вхідний і вихідний сигнали;
- г) задає внутрішні стани автоматів у початковий момент часу.

9. За яким критерієм прогнози поділяються на оперативні, короткострокові, середньострокові і довгострокові?

- а) терміном упередження;
- б) способом представлення;
- в) ступенем імовірності;
- г) можливістю впливу на майбутні прогнози.

10. Який експертний метод прогнозування являє собою вільний, неструктурований процес?

- а) “колективної генерації ідей”;
- б) “Дельфи”;
- в) “комісій”;
- г) аналітичний.

11. На якому етапі проведення колективних експертних оцінок експерти дають відповіді на питання?

- а) п'ятому;
- б) третьому;
- в) четвертому;
- г) другому.

Варіант 3

1. На якій стадії економетричного дослідження відбувається формулювання підтримуваної гіпотези?
 - а) третій;
 - б) другій;
 - в) четвертій;
 - г) першій.

2. За яким критерієм моделі поділяються на теоретичні і прикладні?
 - а) загальне цільове призначення;
 - б) конкретне цільове призначення;
 - в) ступінь агрегування;
 - г) розмір.

3. Які моделі відображають специфічну тенденцію економічної системи?
 - а) оптимізаційні;
 - б) балансові;
 - в) рівноважні;
 - г) трендові.

4. На якому етапі алгоритму розв'язування оптимізаційної задачі відбувається прийняття рішення?
 - а) сьомому;
 - б) шостому;
 - в) п'ятому;
 - г) восьмому.

5. Першим етапом алгоритму розв'язування оптимізаційної задачі є ...
 - а) змістова постановка завдання;
 - б) вибір завдання;
 - в) формування математичної моделі;
 - г) збір вхідних даних.

6. Яким має бути набір критеріїв, щоб він не дублював урахування різних аспектів наслідків?
 - а) повним;
 - б) мінімальним;

- в) не надлишковим;
- г) здатним до поділу.

7. Як з латинської мови перекладається слово *imitatio*?

- а) міра, зразок;
- б) підробка, наслідування;
- в) варіант, приклад;
- г) брехня, повторення.

8. Продовжіть визначення: система функцій виходів – ...

- а) є сукупністю систем, за якими відбувається перерахування вихідних сигналів автоматної моделі;
- б) представляє всі випадкові величини, які впливають на зміну внутрішніх станів моделі;
- в) деталізує, які значення можуть набувати внутрішні стани автоматів, їхній вхідний і вихідний сигнали;
- г) задає внутрішні стани автоматів у початковий момент часу.

9. Що відбувається у процесі прогнозування на другій стадії?

- а) передпрогнозна орієнтація;
- б) верифікація;
- в) формулювання завдання на розробку прогнозу;
- г) прогнозування об'єкта.

10. За способом представлення прогнози поділяються на ...

- а) активні та пасивні;
- б) варіантні та інваріантні;
- в) точкові та інтервальні;
- г) оперативні, короткострокові, середньострокові і довгострокові.

11. На якому етапі проведення колективних експертних оцінок розробляються і формулюються питання для експертів?

- а) другому;
- б) четвертому;
- в) третьому;
- г) першому.

Варіант 4

1. Другою стадією економетричного дослідження є ...
 - а) визначення придатності моделі до передбачення;
 - б) тестування підтримуваної гіпотези;
 - в) вирішення на підставі певних критеріїв, чи оцінки є задовільними та надійними;
 - г) формулювання підтримуваної гіпотези.

2. За яким критерієм моделі поділяються на маловимірні і багатовимірні?
 - а) конкретне цільове призначення;
 - б) загальне цільове призначення;
 - в) розмір;
 - г) ступінь агрегування.

3. Які моделі відображають витрати–випуск?
 - а) рівноважні;
 - б) балансові;
 - в) оптимізаційні;
 - г) імітаційні.

4. На якому етапі алгоритму розв'язування оптимізаційної задачі відбувається керівництво з реалізації рішення?
 - а) восьмому;
 - б) сьомому;
 - в) шостому;
 - г) п'ятому.

5. Хто започаткував використання методів оптимізації виробничої програми фірми для максимізації прибутку?
 - а) Х. Райфа;
 - б) Р. Кіні;
 - в) О. О. Орлов;
 - г) Л. В. Канторович.

6. Яким має бути набір критеріїв, щоб він охоплював усі важливі аспекти проблеми?
 - а) дієвим;

- б) не надлишковим;
- в) мінімальним;
- г) повним.

7. В якій установі було розроблено імовірно-автоматний метод моделювання?

- а) Американському товаристві дослідження моделей;
- б) Інституті кібернетики НАН України;
- в) Американському товаристві дослідження операцій;
- г) Інституті економіки НАН України.

8. Продовжіть визначення: матриця алфавітів – ...

- а) деталізує, які значення можуть набувати внутрішні стани автоматів, їхній вхідний і вихідний сигнали;
- б) представляє всі випадкові величини, які впливають на зміну внутрішніх станів моделі;
- в) задає внутрішні стани автоматів у початковий момент часу;
- г) є сукупністю систем, за якими відбувається перерахування вихідних сигналів автоматної моделі.

9. На якій стадії процесу прогнозування відбувається формулювання завдання на розробку прогнозу?

- а) другій;
- б) четвертій;
- в) першій;
- г) третій.

10. Який експертний метод прогнозування полягає у безпосередньому контакті експерта зі спеціалістом?

- а) написання сценарію;
- б) “інтерв’ю”;
- в) аналітичний;
- г) “Дельфи”.

11. На якому етапі проведення колективних експертних оцінок визначається кінцева оцінка?

- а) шостому;
- б) четвертому;
- в) п’ятому;
- г) третьому.

Варіант 5

1. На якій стадії економетричного дослідження відбувається оцінювання параметрів моделі?
 - а) другій;
 - б) четвертій;
 - в) першій;
 - г) третій.

2. За яким критерієм моделі поділяються на макроекономічні і мікроекономічні?
 - а) ступінь агрегування;
 - б) розмір;
 - в) конкретне цільове призначення;
 - г) загальне цільове призначення.

3. Які моделі відображають відповідність ресурсів і їх використання?
 - а) оптимізаційні;
 - б) рівноважні;
 - в) балансові;
 - г) трендові.

4. На якому етапі алгоритму розв'язування оптимізаційної задачі відбувається вибір завдання?
 - а) третьому;
 - б) першому;
 - в) другому;
 - г) четвертому.

5. Восьмим етапом алгоритму розв'язування оптимізаційної задачі є ...
 - а) розв'язання задачі;
 - б) аналіз отриманого оптимального розв'язку;
 - в) прийняття рішення;
 - г) керівництво з реалізації рішення.

6. Яким має бути набір критеріїв, щоб з користю застосуватися в аналізі?
 - а) дієвим;

- б) повним;
- в) здатним до поділу;
- г) мінімальним.

7. Коли було опубліковано перші відомості про метод Монте-Карло?

- а) на початку 50-х років ХХ століття;
- б) наприкінці 50-х років ХХ століття;
- в) на початку 40-х років ХХ століття;
- г) наприкінці 40-х років ХХ століття.

8. Продовжіть визначення: вектор початкових станів – ...

- а) представляє всі випадкові величини, які впливають на зміну внутрішніх станів моделі;
- б) задає внутрішні стани автоматів у початковий момент часу;
- в) деталізує, які значення можуть набувати внутрішні стани автоматів, їхній вхідний і вихідний сигнали;
- г) є сукупністю систем, за якими відбувається перерахування вихідних сигналів автоматної моделі.

9. Що відбувається у процесі прогнозування на третій стадії?

- а) передпрогнозна орієнтація;
- б) верифікація;
- в) прогнозування об'єкта;
- г) формулювання завдання на розробку прогнозу.

10. За терміном упередження прогнози поділяються на ...

- а) точкові та інтервальні;
- б) активні та пасивні;
- в) оперативні, короткострокові, середньострокові і довгострокові;
- г) варіантні та інваріантні.

11. На якому етапі проведення колективних експертних оцінок створюються робочі групи?

- а) другому;
- б) четвертому;
- в) першому;
- г) третьому.

Варіант 6

1. Третьою стадією економетричного дослідження є ...
 - а) тестування підтримуваної гіпотези;
 - б) вирішення на підставі певних критеріїв, чи оцінки є задовільними та надійними;
 - в) визначення придатності моделі до передбачення;
 - г) формулювання підтримуваної гіпотези.

2. Розмір – це критерій поділу моделей на ...
 - а) теоретичні і прикладні;
 - б) макроекономічні і мікроекономічні;
 - в) детерміновані і стохастичні;
 - г) маловимірні і багатовимірні.

3. Імітаційні – це моделі, які ...
 - а) відображають витрати–випуск;
 - б) відображають відповідність ресурсів і їх використання;
 - в) призначені для використання у процесах машинної обробки;
 - г) відображають специфічну тенденцію економічної системи.

4. На якому етапі алгоритму розв’язування оптимізаційної задачі відбувається змістова постановка завдання?
 - а) третьому;
 - б) четвертому;
 - в) першому;
 - г) другому.

5. Як з латинської мови перекладається слово modulus?
 - а) “міра”, “зразок”;
 - б) “задача”, “приклад”;
 - в) “варіант”, “еталон”;
 - г) “відрізок”, “лінія”.

6. Набір критеріїв має бути здатним до поділу, щоб ...
 - а) розмірність проблеми залишалась якомога меншою;
 - б) він охоплював усі важливі аспекти проблеми;
 - в) процес оцінювання можна було спростити, розбивши його на частини;

г) з користю застосовуватися в аналізі.

7. Хто є авторами методу Монте-Карло?

- а) Д. Нейман і С. Улам;
- б) Р. Шеннон і В. Байлес;
- в) Р. Кіні та Х. Райфа;
- г) Л. Канторович і О. Орлов.

8. Яка складова частина імовірно-автоматної моделі забезпечує обчислення внутрішніх станів автоматів моделі в наступний $(t+1)$ момент часу на основі даних, отриманих у попередній момент часу (t) ?

- а) вектор початкових станів;
- б) матриця алфавітів;
- в) система функцій виходів;
- г) таблиця умовних функціоналів-переходів.

9. За яким критерієм прогнози поділяються на варіантні та інваріантні?

- а) способом представлення;
- б) ступенем імовірності;
- в) терміном упередження;
- г) можливістю впливу на майбутні прогнози.

10. Який експертний метод прогнозування полягає в організації “круглого столу”?

- а) “колективної генерації ідей”;
- б) “Дельфи”;
- в) “комісій”;
- г) “інтерв’ю”.

11. Що відбувається на другому етапі проведення колективних експертних оцінок?

- а) експерти дають відповіді на питання;
- б) складається матриця, що відображає генеральну мету дослідження;
- в) створюються робочі групи;
- г) розробляються і формулюються питання для експертів.

Варіант 7

1. На якій стадії економетричного дослідження відбувається вирішення на підставі певних критеріїв, чи оцінки є задовільними та надійними?
 - а) першій;
 - б) другій;
 - в) третій;
 - г) четвертій.

2. Загальне цільове призначення – це критерій поділу моделей на ...
 - а) теоретичні і прикладні;
 - б) макроекономічні і мікроекономічні;
 - в) детерміновані і стохастичні;
 - г) балансові, рівноважні, трендові, оптимізаційні й імітаційні.

3. Оптимізаційні – це моделі, які ...
 - а) відображають специфічну тенденцію економічної системи;
 - б) відображають відповідність ресурсів і їх використання;
 - в) відображають витрати–випуск;
 - г) дають змогу вибрати найбільш раціональний варіант.

4. На якому етапі алгоритму розв’язування оптимізаційної задачі відбувається аналіз отриманого оптимального розв’язку?
 - а) п’ятому;
 - б) шостому;
 - в) сьомому;
 - г) восьмому.

5. Другим етапом алгоритму розв’язування оптимізаційної задачі є ...
 - а) змістова постановка завдання;
 - б) розв’язання задачі;
 - в) збір вхідних даних;
 - г) формування математичної моделі.

6. Набір критеріїв має бути мінімальним, щоб ...
 - а) він не дублював урахування різних аспектів наслідків;
 - б) процес оцінювання можна було спростити, розбивши його на частини;

- в) розмірність проблеми залишалась якомога меншою;
- г) він охоплював усі важливі аспекти проблеми.

7. Наукову діяльність членів якого товариства досліджували зарубіжні вчені Р. Шеннон і В. Байлес?

- а) Американського товариства дослідження економіки;
- б) Американського товариства дослідження моделей;
- в) Американського товариства дослідження динаміки;
- г) Американського товариства дослідження операцій.

8. Яка складова частина імовірно-автоматної моделі є сукупністю систем, за якими відбувається перерахування вихідних сигналів автоматної моделі?

- а) таблиця умовних функціоналів-переходів;
- б) матриця алфавітів;
- в) система функцій виходів;
- г) вектор початкових станів.

9. Що відбувається у процесі прогнозування на першій стадії?

- а) верифікація;
- б) формулювання завдання на розробку прогнозу;
- в) прогнозування об'єкта;
- г) оцінка достовірності прогнозу.

10. За можливістю впливу на майбутні прогнози виділяють прогнози ...

- а) точкові та інтервальні;
- б) активні та пасивні;
- в) оперативні, короткострокові, середньострокові і довгострокові;
- г) варіантні та інваріантні.

11. Що відбувається на четвертому етапі проведення колективних експертних оцінок?

- а) експерти дають відповіді на питання;
- б) розробляються і формулюються питання для експертів;
- в) визначається кінцева оцінка;
- г) складається матриця, що відображає генеральну мету дослідження.

Варіант 8

1. На якій стадії економетричного дослідження відбувається визначення придатності моделі до передбачення?
 - а) другій;
 - б) третій;
 - в) першій;
 - г) четвертій.

2. Конкретне цільове призначення – це критерій поділу моделей на ...
 - а) макроекономічні і мікроекономічні;
 - б) детерміновані і стохастичні;
 - в) балансові, рівноважні, трендові, оптимізаційні й імітаційні;
 - г) теоретичні і прикладні.

3. Трендові – це моделі, які ...
 - а) відображають відповідність ресурсів і їх використання;
 - б) відображають специфічну тенденцію економічної системи;
 - в) призначені для використання у процесах машинної обробки;
 - г) дають змогу вибрати найбільш раціональний варіант.

4. На якому етапі алгоритму розв'язування оптимізаційної задачі відбувається визначення критерію оптимальності?
 - а) четвертому;
 - б) другому;
 - в) третьому;
 - г) першому.

5. Четвертим етапом алгоритму розв'язування оптимізаційної задачі є ...
 - а) збір вхідних даних;
 - б) аналіз отриманого оптимального розв'язку;
 - в) розв'язання задачі;
 - г) формування математичної моделі.

6. Набір критеріїв має бути повним, щоб ...
 - а) він міг бути з користю застосований в аналізі;
 - б) він охоплював усі важливі аспекти проблеми;
 - в) він не дублював урахування різних аспектів наслідків;

г) розмірність проблеми залишалась якомога меншою.

7. Який числовий метод застосовується для моделювання випадкових величин і функцій?

- а) динамічного моделювання;
- б) Монте-Негро;
- в) Монте-Карло;
- г) статистичного моделювання.

8. Яка складова частина імовірно-автоматної моделі деталізує, які значення можуть набувати внутрішні стани автоматів, їхній вхідний і вихідний сигнали?

- а) система розподілу незалежних випадкових величин;
- б) таблиця умовних функціоналів-переходів;
- в) система функцій виходів;
- г) матриця алфавітів.

9. За яким критерієм прогнози поділяються на точкові та інтервальні?

- а) способом представлення;
- б) можливістю впливу на майбутні прогнози;
- в) терміном упередження;
- г) ступенем імовірності.

10. Який експертний метод прогнозування полягає у написанні експертом доповідних записок?

- а) “Дельфи”;
- б) аналітичний;
- в) написання сценарію;
- г) “комісій”.

11. Що відбувається на третьому етапі проведення колективних експертних оцінок?

- а) розробляються і формулюються питання для експертів;
- б) створюються робочі групи;
- в) експерти дають відповіді на питання;
- г) складається матриця, що відображає генеральну мету дослідження.

Варіант 9

1. На якій стадії економетричного дослідження відбувається специфікація моделі?
 - а) першій;
 - б) четвертій;
 - в) третій;
 - г) другій.

2. Урахування фактору невизначеності – це критерій поділу моделей на ...
 - а) теоретичні і прикладні;
 - б) маловимірні і багатовимірні;
 - в) балансові, рівноважні, трендові, оптимізаційні й імітаційні;
 - г) детерміновані і стохастичні.

3. Рівноважні – це моделі, які ...
 - а) відображають витрати–випуск;
 - б) відображають відповідність ресурсів і їх використання;
 - в) призначені для використання у процесах машинної обробки;
 - г) відображають специфічну тенденцію економічної системи.

4. На якому етапі алгоритму розв'язування оптимізаційної задачі відбувається збір вхідних даних?
 - а) другому;
 - б) третьому;
 - в) четвертому;
 - г) першому.

5. Сьомим етапом алгоритму розв'язування оптимізаційної задачі є ...
 - а) керівництво з реалізації рішення;
 - б) прийняття рішення;
 - в) аналіз отриманого оптимального розв'язку;
 - г) розв'язання задачі.

6. Набір критеріїв має бути не надлишковим, щоб ...
 - а) розмірність проблеми залишалась якомога меншою;
 - б) він охоплював усі важливі аспекти проблеми;
 - в) він не дублював урахування різних аспектів наслідків;

г) з користю застосовуватися в аналізі.

7. Який метод застосовується для машинної імітації?

- а) Монте-Негро;
- б) статистичного моделювання;
- в) динамічного моделювання;
- г) Монте-Карло.

8. Яка складова частина імовірно-автоматної моделі задає внутрішні стани автоматів у початковий момент часу?

- а) вектор початкових станів;
- б) система функцій виходів;
- в) таблиця умовних функціоналів-переходів;
- г) матриця алфавітів.

9. На якій стадії процесу прогнозування відбувається прогнозування об'єкта?

- а) четвертій;
- б) першій;
- в) третій;
- г) другій.

10. За ступенем імовірності прогнози бувають ...

- а) активні та пасивні;
- б) варіантні та інваріантні;
- в) точкові та інтервальні;
- г) оперативні, короткострокові, середньострокові і довгострокові.

11. Що відбувається на п'ятому етапі проведення колективних експертних оцінок?

- а) експерти дають відповіді на питання;
- б) розробляються і формулюються питання для експертів;
- в) складається матриця, що відображає генеральну мету дослідження;
- г) визначається кінцева оцінка.

Варіант 10

1. Четвертою стадією економетричного дослідження є ...
 - а) тестування підтримуваної гіпотези;
 - б) вирішення на підставі певних критеріїв, чи оцінки є задовільними та надійними;
 - в) визначення придатності моделі до передбачення;
 - г) формулювання підтримуваної гіпотези.

2. Ступінь агрегування – це критерій поділу моделей на ...
 - а) маловимірні і багатовимірні;
 - б) макроекономічні і мікроекономічні;
 - в) детерміновані і стохастичні;
 - г) балансові, рівноважні, трендові, оптимізаційні й імітаційні.

3. Балансові – це моделі, які ...
 - а) призначені для використання у процесах машинної обробки;
 - б) відображають витрати–випуск;
 - в) відображають відповідність ресурсів і їх використання;
 - г) дають змогу вибрати найбільш раціональний варіант.

4. На якому етапі алгоритму розв’язування оптимізаційної задачі відбувається визначення існування множини можливих і допустимих рішень?
 - а) першому;
 - б) другому;
 - в) третьому;
 - г) четвертому.

5. П’ятим етапом алгоритму розв’язування оптимізаційної задачі є ...
 - а) прийняття рішення;
 - б) аналіз отриманого оптимального розв’язку;
 - в) керівництво з реалізації рішення;
 - г) розв’язання задачі.

6. Набір критеріїв має бути дієвим, щоб ...
 - а) з користю застосовуватися в аналізі;
 - б) він охоплював усі важливі аспекти проблеми;

- в) процес оцінювання можна було спростити, розбивши його на частини;
- г) розмірність проблеми залишалась якомога меншою.

7. На якому інтервалі рівномірно розподіляються (псевдо)випадкові числа?

- а) $[-1, 1]$;
- б) $[-1, 0]$;
- в) $[0, 1]$;
- г) $[-3, 3]$.

8. Яка складова частина імовірісно-автоматної моделі представляє всі випадкові величини, які впливають на зміну внутрішніх станів моделі?

- а) таблиця умовних функціоналів-переходів;
- б) система розподілу незалежних випадкових величин;
- в) вектор початкових станів;
- г) система функцій виходів.

9. За яким критерієм прогнози поділяються на активні та пасивні?

- а) ступенем імовірності;
- б) можливістю впливу на майбутні прогнози;
- в) терміном упередження;
- г) способом представлення.

10. Який експертний метод прогнозування полягає в організації проведення анкетних опитувань фахівців?

- а) “інтерв’ю”;
- б) “комісій”;
- в) “колективної генерації ідей”;
- г) “Дельфи”.

11. Що відбувається на першому етапі проведення колективних експертних оцінок?

- а) створюються робочі групи;
- б) експерти дають відповіді на питання;
- в) розробляються і формулюються питання для експертів;
- г) складається матриця, що відображає генеральну мету дослідження.

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО НАВЧАЛЬНО-ДОСЛІДНОГО ЗАВДАННЯ (ІНДЗ)

Індивідуальне навчально-дослідне завдання полягає в написанні реферату на тему *“Математичні методи, моделі та інформаційні технології в інноваційній діяльності”*. У ньому потрібно провести огляд 10 наукових або навчальних публікацій, які описують використання математичних методів, моделей та інформаційних технологій в інноваційній діяльності України чи зарубіжних країн.

Складові частини реферату відображено в табл. 6.

Таблиця 6

Складові частини реферату

Назва	Кількість сторінок
Титульна сторінка	1
Зміст	1
Вступ	1
Огляд публікації 1	1
Огляд публікації 2	1
Огляд публікації 3	1
Огляд публікації 4	1
Огляд публікації 5	1
Огляд публікації 6	1
Огляд публікації 7	1
Огляд публікації 8	1
Огляд публікації 9	1
Огляд публікації 10	1
Висновки	1
<i>Разом</i>	<i>14</i>

У *вступі* потрібно обґрунтувати необхідність застосування математичних методів, моделей та інформаційних технологій для аналізу, планування і прогнозування показників інноваційної діяльності.

Огляд кожної публікації повинен містити такі складові частини:

Автор(и):

Назва статті:

Джерело публікації:

Аналіз статті:

У *висновках* потрібно узагальнити інформацію, наведену в оглядах публікацій.

ЗАКОН УКРАЇНИ “Про інноваційну діяльність”

Цей Закон визначає правові, економічні та організаційні засади державного регулювання інноваційної діяльності в Україні, встановлює форми стимулювання державою інноваційних процесів і спрямований на підтримку розвитку економіки України інноваційним шляхом.

Згідно із цим Законом державну підтримку одержують суб'єкти господарювання всіх форм власності, що реалізують в Україні інноваційні проекти, і підприємства всіх форм власності, які мають статус інноваційних.

Розділ I ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Стаття 1. Визначення термінів

1. У цьому Законі наведені нижче терміни вживаються в такому значенні:

інновації – новостворені (застосовані) і (або) вдосконалені конкурентоздатні технології, продукція або послуги, а також організаційно-технічні рішення виробничого, адміністративного, комерційного або іншого характеру, що істотно поліпшують структуру та якість виробництва і (або) соціальної сфери;

інноваційна діяльність – діяльність, що спрямована на використання і комерціалізацію результатів наукових досліджень та розробок і зумовлює випуск на ринок нових конкурентоздатних товарів і послуг;

інноваційний продукт – результат науково-дослідної і (або) дослідно-конструкторської розробки, що відповідає вимогам, встановленим цим Законом;

інноваційна продукція – нові конкурентоздатні товари чи послуги, що відповідають вимогам, встановленим цим Законом;

інноваційний проект – комплект документів, що визначає процедуру і комплекс усіх необхідних заходів (у тому числі інвестиційних) щодо створення і реалізації інноваційного продукту і (або) інноваційної продукції;

пріоритетний інноваційний проект – інноваційний проект, що належить до одного з пріоритетних напрямів інноваційної діяльності, затверджених Верховною Радою України;

інноваційне підприємство (інноваційний центр, технопарк, технополіс, інноваційний бізнес-інкубатор тощо) – підприємство (об'єднання підприємств), що розробляє, виробляє і реалізує інноваційні продукти і (або) продукцію чи послуги, обсяг яких у грошовому вимірі перевищує 70 відсотків його загального обсягу продукції і (або) послуг;

інноваційна інфраструктура – сукупність підприємств, організацій, установ, їх об'єднань, асоціацій будь-якої форми власності, що надають послуги із забезпечення інноваційної діяльності (фінансові, консалтингові, маркетингові, інформаційно-комунікативні, юридичні, освітні тощо).

Стаття 2. Законодавство України у сфері інноваційної діяльності

Законодавство України у сфері інноваційної діяльності базується на Конституції України і складається із законів України “Про інвестиційну діяльність”, “Про наукову і науково-технічну діяльність”, “Про наукову і науково-технічну експертизу”, “Про спеціальний режим інвестиційної та інноваційної діяльності технологічних парків”, “Про спеціальну економічну зону “Яворів”, цього Закону та інших законодавчих актів, що регулюють суспільні відносини у цій сфері.

Стаття 3. Мета і принципи державної інноваційної політики

1. Головною метою державної інноваційної політики є створення соціально-економічних, організаційних і правових умов для ефективного відтворення, розвитку й використання науково-технічного потенціалу країни, забезпечення впровадження сучасних екологічно чистих, безпечних, енерго- та ресурсозберігаючих технологій, виробництва та реалізації нових видів конкурентоздатної продукції.

2. Основними принципами державної інноваційної політики є: орієнтація на інноваційний шлях розвитку економіки України; визначення державних пріоритетів інноваційного розвитку; формування нормативно-правової бази у сфері інноваційної діяльності; створення умов для збереження, розвитку і використання вітчизняного науково-технічного та інноваційного потенціалу;

забезпечення взаємодії науки, освіти, виробництва, фінансово-кредитної сфери у розвитку інноваційної діяльності;

ефективне використання ринкових механізмів для сприяння інноваційній діяльності, підтримка підприємництва у науково-виробничій сфері;

здійснення заходів на підтримку міжнародної науково-технологічної кооперації, трансферу технологій, захисту вітчизняної продукції на внутрішньому ринку та її просування на зовнішній ринок;

фінансова підтримка, здійснення сприятливої кредитної, податкової і митної політики у сфері інноваційної діяльності;
сприяння розвитку інноваційної інфраструктури;
інформаційне забезпечення суб'єктів інноваційної діяльності;
підготовка кадрів у сфері інноваційної діяльності.

Стаття 4. Об'єкти інноваційної діяльності

Об'єктами інноваційної діяльності є:
інноваційні програми і проекти;
нові знання та інтелектуальні продукти;
виробниче обладнання та процеси;
інфраструктура виробництва і підприємництва;
організаційно-технічні рішення виробничого, адміністративного, комерційного або іншого характеру, що істотно поліпшують структуру і якість виробництва і (або) соціальної сфери;
сировинні ресурси, засоби їх видобування і переробки;
товарна продукція;
механізми формування споживчого ринку і збуту товарної продукції.

Стаття 5. Суб'єкти інноваційної діяльності

Суб'єктами інноваційної діяльності можуть бути фізичні і (або) юридичні особи України, фізичні і (або) юридичні особи іноземних держав, особи без громадянства, об'єднання цих осіб, які провадять в Україні інноваційну діяльність і (або) залучають майнові та інтелектуальні цінності, вкладають власні чи запозичені кошти в реалізацію в Україні інноваційних проектів.

Розділ II

ДЕРЖАВНЕ РЕГУЛЮВАННЯ У СФЕРІ ІННОВАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Стаття 6. Державне регулювання інноваційної діяльності

Державне регулювання інноваційної діяльності здійснюється шляхом:
визначення і підтримки пріоритетних напрямів інноваційної діяльності державного, галузевого, регіонального і місцевого рівнів;
формування і реалізації державних, галузевих, регіональних і місцевих інноваційних програм;
створення нормативно-правової бази та економічних механізмів для підтримки і стимулювання інноваційної діяльності;
захисту прав та інтересів суб'єктів інноваційної діяльності;

фінансової підтримки виконання інноваційних проектів;
стимулювання комерційних банків та інших фінансово-кредитних установ, що кредитують виконання інноваційних проектів;
встановлення пільгового оподаткування суб'єктів інноваційної діяльності;
підтримки функціонування і розвитку сучасної інноваційної інфраструктури.

Стаття 7. Повноваження Верховної Ради України, Верховної Ради Автономної Республіки Крим та органів місцевого самоврядування у сфері інноваційної діяльності

1. Верховна Рада України визначає єдину державну політику у сфері інноваційної діяльності, а саме:

створює законодавчу базу для сфери інноваційної діяльності;
затверджує пріоритетні напрями інноваційної діяльності як окрему загальнодержавну програму або у складі Програми діяльності Кабінету Міністрів України, загальнодержавних програм економічного, науково-технічного, соціального розвитку, охорони довкілля;

в межах Державного бюджету України визначає обсяг асигнувань для фінансової підтримки інноваційної діяльності.

2. Верховна Рада Автономної Республіки Крим, обласні і районні ради відповідно до їх компетенції:

затверджують регіональні інноваційні програми, що кредитуються з бюджету Автономної Республіки Крим, обласних і районних бюджетів;

визначають кошти бюджету Автономної Республіки Крим, обласних і районних бюджетів для фінансової підтримки регіональних інноваційних програм і доручають Раді міністрів Автономної Республіки Крим, делегують повноваження обласним і районним державним адміністраціям фінансування регіональних інноваційних програм через державні інноваційні фінансово-кредитні установи (їх регіональні відділення) у межах виділених у цих бюджетах коштів;

контролюють фінансування регіональних інноваційних програм за кошти бюджету Автономної Республіки Крим, обласних і районних бюджетів.

3. Представницькі органи місцевого самоврядування – сільські, селищні, міські ради відповідно до їх компетенції:

затверджують місцеві інноваційні програми;

у межах коштів бюджету розвитку визначають кошти місцевих бюджетів для фінансової підтримки місцевих інноваційних програм;

створюють комунальні інноваційні фінансово-кредитні установи для фінансової підтримки місцевих інноваційних програм за кошти місцевих бюджетів, затверджують їх статути чи положення про них, підпорядковують їх своїм виконавчим органам;

доручають своїм виконавчим органам фінансування місцевих інноваційних програм за рахунок коштів місцевого бюджету через державні інноваційні фінансово-кредитні установи (їх регіональні відділення) або через комунальні інноваційні фінансово-кредитні установи;

затверджують порядок формування і використання коштів комунальних інноваційних фінансово-кредитних установ;

контролюють фінансування місцевих інноваційних програм за кошти місцевого бюджету через державні інноваційні фінансово-кредитні установи (їх регіональні відділення);

контролюють діяльність комунальних інноваційних фінансово-кредитних установ.

Стаття 8. Повноваження Кабінету Міністрів України у сфері інноваційної діяльності

Кабінет Міністрів України:

здійснює державне управління та забезпечує реалізацію державної політики у сфері інноваційної діяльності;

готує та подає Верховній Раді України пропозиції щодо пріоритетних напрямів інноваційної діяльності як окрему загальнодержавну програму або в рамках Програми діяльності Кабінету Міністрів України, загальнодержавних програм економічного, науково-технічного, соціального, національно-культурного розвитку, охорони довкілля;

здійснює заходи щодо реалізації пріоритетних напрямів інноваційної діяльності;

сприяє створенню ефективної інфраструктури у сфері інноваційної діяльності;

створює спеціалізовані державні інноваційні фінансово-кредитні установи для фінансової підтримки інноваційних програм і проектів, затверджує їх статути чи положення про них, підпорядковує ці установи спеціально уповноваженому центральному органу виконавчої влади у сфері інноваційної діяльності;

готує та подає Верховній Раді України як складову частину проекту закону про Державний бюджет України на відповідний рік

пропозиції щодо обсягів бюджетних коштів для фінансової підтримки виконання інноваційних проектів через спеціалізовані державні інноваційні фінансово-кредитні установи;

затверджує положення про порядок державної реєстрації інноваційних проектів і ведення Державного реєстру інноваційних проектів;

інформує Верховну Раду України про виконання інноваційних проектів, які кредитувалися за кошти Державного бюджету України, і про повернення до бюджету наданих раніше кредитів.

Стаття 9. Повноваження спеціально уповноваженого центрального органу виконавчої влади у сфері інноваційної діяльності та інших центральних органів виконавчої влади

1. Спеціально уповноважений центральний орган виконавчої влади у сфері інноваційної діяльності:

здійснює заходи щодо проведення єдиної науково-технічної та інноваційної політики;

готує і подає Кабінету Міністрів України пропозиції щодо пріоритетних напрямів інноваційної діяльності, державних інноваційних програм і щодо необхідних обсягів бюджетних коштів для їх кредитування;

координує роботу у сфері інноваційної діяльності інших центральних органів виконавчої влади;

визначає свій окремий підрозділ для кваліфікування інноваційних проектів з метою їх державної реєстрації;

здійснює державну реєстрацію інноваційних проектів і веде Державний реєстр інноваційних проектів;

готує і подає Кабінету Міністрів України пропозиції щодо створення спеціалізованих державних інноваційних фінансово-кредитних установ для фінансової підтримки інноваційних програм і проектів, розробляє статuti чи положення про ці установи;

затверджує порядок формування і використання коштів підпорядкованих йому спеціалізованих державних інноваційних фінансово-кредитних установ і контролює їх діяльність;

доручає державним інноваційним фінансово-кредитним установам здійснення конкурсного відбору пріоритетних інноваційних проектів і здійснення фінансової підтримки цих проектів у межах коштів, передбачених законом про Державний бюджет України на відповідний рік;

організовує підвищення кваліфікації спеціалістів у сфері інноваційної діяльності.

2. Центральні органи виконавчої влади:

здійснюють підготовку пропозицій щодо реалізації інноваційної політики у відповідній галузі економіки, створюють організаційно-економічні механізми підтримки її реалізації;

доручають державним інноваційним фінансово-кредитним установам здійснення конкурсного відбору пріоритетних інноваційних проектів із пріоритетних галузевих напрямів інноваційної діяльності і здійснення фінансової підтримки цих проектів у межах коштів, передбачених законом про Державний бюджет України на відповідний рік.

Стаття 10. Повноваження Ради міністрів Автономної Республіки Крим, місцевих державних адміністрацій, виконавчих органів місцевого самоврядування у сфері інноваційної діяльності

1. Рада міністрів Автономної Республіки Крим, місцеві державні адміністрації (у межах делегованих їм органами місцевого самоврядування повноважень) відповідно до їх компетенції:

розробляють проекти регіональних інноваційних програм і подають їх для затвердження відповідно Верховній Раді Автономної Республіки Крим, обласним і районним радам;

вживають заходів щодо виконання регіональних інноваційних програм;

сприяють інноваційній діяльності у своєму регіоні і створенню сучасної інфраструктури у цій сфері;

залучають підприємства, установи і організації, розташовані на підпорядкованій їм території, за їх згодою, до розв'язання проблем інноваційного розвитку регіонів;

доручають державним інноваційним фінансово-кредитним установам (їх регіональним відділенням) проведення конкурсного відбору інноваційних проектів регіональних інноваційних програм і здійснення їх фінансової підтримки у межах коштів, передбачених у бюджеті Автономної Республіки Крим і обласних та районних бюджетах;

подають пропозиції спеціально уповноваженому центральному органу виконавчої влади у сфері інноваційної діяльності стосовно включення інноваційних проектів за регіональними програмами до державних програм і їх фінансування шляхом кредитування із державного бюджету.

2. Виконавчі органи місцевого самоврядування відповідно до їх компетенції:

розробляють проекти місцевих інноваційних програм і подають їх для затвердження відповідним місцевим радам;

вживають заходів щодо виконання місцевих інноваційних програм; залучають підприємства, установи і організації, розташовані на підпорядкованій їм території, за їх згодою, до розв'язання проблем інноваційного розвитку населених пунктів;

доручають державним інноваційним фінансово-кредитним установам (їх регіональним відділенням) або комунальним інноваційним фінансово-кредитним установам проведення конкурсного відбору інноваційних проектів місцевих інноваційних програм і здійснення фінансової підтримки цих проектів у межах коштів, передбачених у відповідному місцевому бюджеті;

готують і подають відповідним місцевим радам пропозиції щодо створення комунальних спеціалізованих інноваційних фінансово-кредитних установ для фінансової підтримки місцевих інноваційних програм;

подають пропозиції спеціально уповноваженому центральному органу виконавчої влади у сфері інноваційної діяльності стосовно включення інноваційних проектів за місцевими програмами до державних програм і їх фінансування шляхом кредитування із державного бюджету через державні інноваційні фінансово-кредитні установи.

Стаття 11. Державний контроль у сфері інноваційної діяльності

1. Державний контроль у сфері інноваційної діяльності здійснюється для забезпечення дотримання всіма її суб'єктами вимог законодавства щодо інноваційної діяльності.

2. Державний контроль у сфері інноваційної діяльності здійснюється:

а) спеціально уповноваженим центральним органом виконавчої влади у сфері інноваційної діяльності;

б) Верховною Радою Автономної Республіки Крим, органами місцевого самоврядування у межах їх повноважень;

в) щодо визначених статтями розділу V цього Закону особливостей оподаткування – Державною податковою адміністрацією України.

Розділ III

ПРАВОВИЙ РЕЖИМ ІННОВАЦІЙНИХ ПРОЕКТІВ, ПРОДУКТІВ І ПРОДУКЦІЇ, ІННОВАЦІЙНИХ ПІДПРИЄМСТВ ТА ДЕРЖАВНА РЕЄСТРАЦІЯ ІННОВАЦІЙНИХ ПРОЕКТІВ

Стаття 12. Інноваційний проект

1. Інноваційним визнається проект, яким передбачаються розробка, виробництво і реалізація інноваційного продукту і (або) інноваційної продукції, що відповідають вимогам статей 14 і 15 цього Закону.

2. Передбачена цим Законом державна підтримка реалізації інноваційного проекту надається за умови його державної реєстрації.

3. Державна реєстрація інноваційного проекту здійснюється за ініціативою суб'єкта інноваційної діяльності відповідно до положень статті 13 цього Закону.

Стаття 13. Державна реєстрація інноваційних проектів

1. Державна реєстрація інноваційних проектів здійснюється у порядку, визначеному Кабінетом Міністрів України.

2. Державну реєстрацію інноваційних проектів здійснює, за поданням суб'єктів інноваційної діяльності, спеціально уповноважений центральний орган виконавчої влади у сфері інноваційної діяльності. Цей орган веде Державний реєстр інноваційних проектів.

3. Необхідною умовою занесення проекту до Державного реєстру інноваційних проектів є його кваліфікування. Для кваліфікування інноваційних проектів спеціально уповноважений центральний орган виконавчої влади у сфері інноваційної діяльності визначає окремий підрозділ (далі – Установа).

4. Установа може мати регіональні відділення в Автономній Республіці Крим, областях, містах Києві і Севастополі.

5. Установа для кваліфікування інноваційних проектів організує проведення експертизи прийнятих до розгляду проектів. Експертиза при кваліфікуванні інноваційних проектів виконується за рахунок коштів суб'єктів інноваційної діяльності, які заявляють проекти на державну реєстрацію, і відповідно до Закону України “Про наукову і науково-технічну експертизу”.

6. Проекти, що визнані за результатами експертизи інноваційними, заносяться спеціально уповноваженим центральним органом виконавчої влади у сфері інноваційної діяльності до Державного реєстру інноваційних проектів.

Інноваційні проекти з пріоритетних напрямів інноваційної діяльності, затверджених Верховною Радою України, визнаються Установою пріоритетними інноваційними проектами.

7. Інформація про занесення інноваційного проекту до Державного реєстру інноваційних проектів публікується спеціально уповноваженим центральним органом виконавчої влади у сфері інноваційної діяльності у його бюлетені.

8. Спеціально уповноважений центральний орган виконавчої влади у сфері інноваційної діяльності видає суб'єкту інноваційної діяльності свідоцтво про державну реєстрацію інноваційного проекту. Форма свідоцтва затверджується Кабінетом Міністрів України.

9. Свідоцтво про державну реєстрацію інноваційного проекту є чинним протягом трьох років від дати його видачі. Після завершення цього строку державна реєстрація інноваційного проекту і відповідний запис у Державному реєстрі інноваційних проектів анулюються. Інформація про це публікується спеціально уповноваженим центральним органом виконавчої влади у сфері інноваційної діяльності у його бюлетені.

10. Державна реєстрація інноваційного проекту не передбачає будь-яких зобов'язань щодо бюджетного кредитування його виконання чи іншої державної фінансової підтримки.

11. Строк розгляду Установою проекту, поданого для державної реєстрації як інноваційного, не повинен перевищувати шість місяців від дати його прийняття.

12. Особливості експертизи і державної реєстрації інноваційних проектів, на які поширюються положення Закону України "Про державну таємницю", визначаються спеціальним Положенням.

13. У разі незгоди суб'єкта інноваційної діяльності чи будь-якої іншої фізичної або юридичної особи з рішенням щодо кваліфікації інноваційного проекту і (або) з його державною реєстрацією ці акти можуть бути оскаржені до суду (господарського суду).

14. Установа несе відповідальність за повноту і достовірність експертизи і за збереження конфіденційної інформації, пов'язаної з інноваційними проектами.

15. Неправомірні кваліфікація і державна реєстрація проекту як інноваційного тягнуть за собою відповідальність згідно із законом.

16. Правопорушеннями при кваліфікуванні і державній реєстрації інноваційних проектів вважаються:

- а) прийняття рішення про кваліфікування інноваційного проекту і його державну реєстрацію без проведення експертизи;
- б) фальсифікація висновків експертизи;
- в) вчинення дій, що перешкоджають проведенню експертизи;
- г) умисне примушування або створення для експертів чи експертних комісій обставин, які зумовлюють необ'єктивне проведення експертизи;
- д) переслідування експертів за підготовлені ними висновки, несприятливі для тієї чи іншої особи чи організації;
- е) залучення до експертизи посадових осіб та фахівців, безпосередньо заінтересованих у результатах експертизи;
- є) розголошення конфіденційної інформації, пов'язаної з розглядуваними інноваційними проектами.

Стаття 14. Інноваційний продукт

1. Інноваційний продукт є результатом виконання інноваційного проекту і науково-дослідною і (або) дослідно-конструкторською розробкою нової технології (в тому числі – інформаційної) чи продукції з виготовленням експериментального зразка чи дослідної партії і відповідає таким вимогам:

а) він є реалізацією (впровадженням) об'єкта інтелектуальної власності (винаходу, корисної моделі, промислового зразка, топографії інтегральної мікросхеми, селекційного досягнення тощо), на які виробник продукту має державні охоронні документи (патенти, свідоцтва) чи одержані від власників цих об'єктів інтелектуальної власності ліцензії, або реалізацією (впровадженням) відкриттів. При цьому використаний об'єкт інтелектуальної власності має бути визначальним для даного продукту;

б) розробка продукту підвищує вітчизняний науково-технічний і технологічний рівень;

в) в Україні цей продукт вироблено (буде вироблено) вперше, або якщо не вперше, то порівняно з іншим аналогічним продуктом, представленим на ринку, він є конкурентоздатним і має суттєво вищі техніко-економічні показники.

2. Рішення про кваліфікування продукту інноваційним приймає Установа чи її регіональне відділення за результатами експертизи.

Стаття 15. Інноваційна продукція

1. Інноваційною може бути визнана продукція, яка відповідає таким вимогам:

а) вона є результатом виконання інноваційного проекту;

б) така продукція виробляється (буде вироблена) в Україні вперше, або якщо не вперше, то порівняно з іншою аналогічною

продукцією, представленою на ринку, є конкурентоздатною і має суттєво вищі техніко-економічні показники.

2. Інноваційна продукція може бути результатом тиражування чи застосування інноваційного продукту.

3. Інноваційною продукцією може бути визнано інноваційний продукт, якщо він не призначений для тиражування.

4. Рішення про кваліфікування продукції інноваційною приймає Установа чи її регіональне відділення за результатами експертизи.

Стаття 16. Інноваційні підприємства

1. Інноваційним підприємством визнається підприємство (об'єднання підприємств) будь-якої форми власності, якщо більше ніж 70 відсотків обсягу його продукції (у грошовому вимірі) за звітний податковий період є інноваційні продукти і (або) інноваційна продукція.

2. Інноваційне підприємство може функціонувати у вигляді інноваційного центру, бізнес-інкубатора, технополісу, технопарку тощо.

Розділ IV

ФІНАНСОВА ПІДТРИМКА ІННОВАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Стаття 17. Види фінансової підтримки інноваційної діяльності

1. Суб'єктам інноваційної діяльності для виконання ними інноваційних проектів може бути надана фінансова підтримка шляхом:

а) повного безвідсоткового кредитування (на умовах інфляційної індексації) пріоритетних інноваційних проектів за рахунок коштів Державного бюджету України, коштів бюджету Автономної Республіки Крим та коштів місцевих бюджетів;

б) часткового (до 50 %) безвідсоткового кредитування (на умовах інфляційної індексації) інноваційних проектів за рахунок коштів Державного бюджету України, коштів бюджету Автономної Республіки Крим та коштів місцевих бюджетів за умови залучення до фінансування проекту решти необхідних коштів виконавця проекту і (або) інших суб'єктів інноваційної діяльності;

в) повної чи часткової компенсації (за рахунок коштів Державного бюджету України, коштів бюджету Автономної Республіки Крим та коштів місцевих бюджетів) відсотків, сплачуваних суб'єктами інноваційної діяльності комерційним банкам та іншим фінансово-кредитним установам за кредитування інноваційних проектів;

г) надання державних гарантій комерційним банкам, що здійснюють кредитування пріоритетних інноваційних проектів;

д) майнового страхування реалізації інноваційних проектів у страховиків відповідно до Закону України “Про страхування”.

2. Фінансова підтримка інноваційної діяльності за рахунок Державного бюджету України, бюджету Автономної Республіки Крим, місцевих бюджетів надається у межах коштів, передбачених відповідними бюджетами.

Стаття 18. Джерела фінансування інноваційної діяльності

1. Джерелами фінансової підтримки інноваційної діяльності є:

- а) кошти Державного бюджету України;
- б) кошти місцевих бюджетів і кошти бюджету Автономної Республіки Крим;
- в) власні кошти спеціалізованих державних і комунальних інноваційних фінансово-кредитних установ;
- г) власні чи запозичені кошти суб’єктів інноваційної діяльності;
- д) кошти (інвестиції) будь-яких фізичних і юридичних осіб;
- е) інші джерела, не заборонені законодавством України.

Стаття 19. Державні інноваційні фінансово-кредитні установи

1. Для здійснення фінансової підтримки інноваційної діяльності суб’єктів господарювання різних форм власності Кабінет Міністрів України за поданням спеціально уповноваженого центрального органу виконавчої влади у сфері інноваційної діяльності створює спеціалізовані державні небанківські інноваційні фінансово-кредитні установи.

2. Державна інноваційна фінансово-кредитна установа підпорядковується спеціально уповноваженому центральному органу виконавчої влади у сфері інноваційної діяльності і діє на основі Положення (Статуту), що затверджується Кабінетом Міністрів України.

3. Кошти Державної інноваційної фінансово-кредитної установи формуються за рахунок коштів Державного бюджету України, визначених законом про Державний бюджет України на відповідний рік, залучених згідно з чинним законодавством вітчизняних та іноземних інвестицій юридичних та фізичних осіб, добровільних внесків юридичних та фізичних осіб, від власної чи спільної фінансово-господарської діяльності та інших джерел, не заборонених законодавством України.

4. Державна інноваційна фінансово-кредитна установа за рахунок коштів Державного бюджету України може надавати суб’єктам інноваційної діяльності для реалізації ними інноваційних проектів фінансову підтримку, види якої передбачені статтею 17 цього Закону.

Кошти від повернення виданих Державною інноваційною фінансово-кредитною установою суб'єктам інноваційної діяльності кредитів за рахунок коштів Державного бюджету України зараховуються до спеціального фонду Державного бюджету України і використовуються для надання фінансової інноваційної підтримки, якщо законом про Державний бюджет України не встановлено інше.

Кошти Державної інноваційної фінансово-кредитної установи, одержані нею з бюджету Автономної Республіки Крим чи із обласних і районних бюджетів відповідно до абзацу шостого частини першої статті 10 цього Закону, витрачаються нею виключно для фінансування відповідних регіональних чи місцевих інноваційних програм і проектів.

Кошти Державної інноваційної фінансово-кредитної установи, що формуються за рахунок добровільних внесків юридичних та фізичних осіб, від власної чи спільної фінансово-господарської діяльності та інших джерел, не заборонених законодавством України, можуть витрачатися нею як на всі перераховані у статті 17 цього Закону види інвестування інноваційної діяльності, так і на інші види інвестування, передбачені Положенням (Статутом).

5. Для отримання фінансової підтримки суб'єкти інноваційної діяльності, інноваційні проекти яких занесені до Державного реєстру інноваційних проектів, подають до Державної інноваційної фінансово-кредитної установи (її регіональних відділень) інноваційні проекти та всі необхідні документи, перелік яких визначається нею.

6. Державна інноваційна фінансово-кредитна установа організовує на конкурсних засадах у порядку, що визначається спеціально уповноваженим центральним органом виконавчої влади у сфері інноваційної діяльності, відбір інноваційних проектів для їх фінансової підтримки. Конкурсні відбори інноваційних проектів здійснюються на засадах прозорості, відкритості, гласності.

7. Суб'єкт інноваційної діяльності, інноваційний проект якого пройшов конкурсний відбір, залежно від встановленого конкурсною процедурою рейтингу може отримати від Державної інноваційної фінансово-кредитної установи один чи кілька передбачених статтею 17 цього Закону видів фінансової підтримки.

8. Фінансова підтримка Державною інноваційною фінансово-кредитною установою інноваційних проектів шляхом надання кредитів чи передавання майна у лізинг здійснюється за умови наявності гарантій повернення коштів у вигляді застави майна, договору страхування, банківської гарантії, договору поруки тощо.

9. Державна інноваційна фінансово-кредитна установа здійснює супроводження реалізації інноваційних проектів, які нею фінансуються, та контролює цільове використання суб'єктами інноваційної діяльності наданих нею коштів.

10. Фінансова підтримка реалізації інноваційних проектів може надаватися Державною інноваційною фінансово-кредитною установою у формі послідовних траншів за результатами контролю ходу виконання проектів.

11. Державна інноваційна фінансово-кредитна установа подає у засобах масової інформації щорічний звіт про фінансування нею інноваційних проектів та результатів їх виконання, а також періодично інформує громадськість про:

результати конкурсного відбору інноваційних проектів для державної фінансової підтримки і вид наданої фінансової підтримки;
результати контролю виконання фінансованих інноваційних проектів;
завершені інноваційні проекти та проекти, яким продовжені терміни їх реалізації із зазначенням причин;
повернення раніше наданих кредитів.

Інформування щодо інноваційних проектів, на які поширюються положення Закону України “Про державну таємницю”, здійснюється з урахуванням цього Закону.

Стаття 20. Комунальні інноваційні фінансово-кредитні установи

1. Для здійснення фінансової підтримки місцевих інноваційних програм органи місцевого самоврядування можуть створювати комунальні спеціалізовані небанківські інноваційні фінансово-кредитні установи і підпорядковувати їх виконавчим органам місцевого самоврядування.

2. Комунальні інноваційні фінансово-кредитні установи діють на основі положень (статутів) про них, що розробляються і затверджуються органами місцевого самоврядування.

3. Кошти комунальної інноваційної фінансово-кредитної установи формуються за рахунок коштів відповідного місцевого бюджету, залучених вітчизняних та іноземних інвестицій юридичних та фізичних осіб, добровільних внесків юридичних та фізичних осіб, власної чи спільної фінансово-господарської діяльності та інших джерел, не заборонених законодавством України.

4. Комунальна інноваційна фінансово-кредитна установа за рахунок коштів відповідного місцевого бюджету може надавати суб'єктам інноваційної діяльності для реалізації ними інноваційних

проектів фінансову підтримку, види якої передбачені статтею 17 цього Закону.

Кошти комунальної інноваційної фінансово-кредитної установи, що формуються за рахунок залучених вітчизняних та іноземних інвестицій фізичних і юридичних осіб, добровільних внесків юридичних та фізичних осіб, від власної чи спільної фінансово-господарської діяльності та інших джерел, не заборонених законодавством України, можуть витрачатися нею як на всі перераховані у статті 17 цього Закону види інвестування інноваційної діяльності, так і на інші види інвестування, передбачені Положенням (Статутом).

5. Для отримання фінансової підтримки суб'єкти інноваційної діяльності, інноваційні проекти яких занесені до Державного реєстру інноваційних проектів, подають до комунальної інноваційної фінансово-кредитної установи інноваційні проекти та всі необхідні документи, перелік яких визначається цією установою.

6. Комунальна інноваційна фінансово-кредитна установа організовує конкурсний відбір інноваційних проектів для їх фінансової підтримки. Конкурсні відбори інноваційних проектів здійснюються на засадах прозорості, відкритості, гласності.

7. Суб'єкт інноваційної діяльності, інноваційний проект якого пройшов конкурсний відбір, залежно від встановленого конкурсною процедурою рейтингу може отримати від комунальної інноваційної фінансово-кредитної установи один чи кілька передбачених статтею 17 цього Закону видів фінансової підтримки.

8. Фінансова підтримка комунальною інноваційною фінансово-кредитною установою інноваційних проектів шляхом надання кредитів чи передавання майна у лізинг здійснюється за умови наявності гарантій повернення коштів у вигляді застави майна, договору страхування, банківської гарантії, договору поруки тощо.

9. Комунальна інноваційна фінансово-кредитна установа здійснює супроводження реалізації інноваційних проектів, які нею фінансуються, та контролює цільове використання суб'єктами інноваційної діяльності наданих нею коштів.

10. Фінансова підтримка реалізації інноваційних проектів може надаватися комунальною інноваційною фінансово-кредитною установою у формі послідовних траншів за результатами контролю ходу виконання проектів.

11. Комунальна інноваційна фінансово-кредитна установа подає у місцевих засобах масової інформації щорічний звіт щодо профінансо-

ваних нею інноваційних проектів та результатів їх виконання, а також періодично інформує громадськість про:

результати конкурсного відбору інноваційних проектів для фінансової підтримки і вид наданої фінансової підтримки;

результати контролю виконання фінансованих інноваційних проектів; завершені інноваційні проекти та проекти, яким продовжені терміни їх реалізації із зазначенням причин;

повернення раніше наданих кредитів.

Інформування щодо інноваційних проектів, на які поширюються положення Закону України “Про державну таємницю”, здійснюється з урахуванням цього Закону.

Розділ V

ОСОБЛИВОСТІ В ОПОДАТКУВАННІ ТА МИТНОМУ РЕГУЛЮВАННІ ІННОВАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Розділ VI

МІЖНАРОДНЕ СПІВРОБІТНИЦТВО У СФЕРІ ІННОВАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Стаття 23. Міжнародні договори про співробітництво у сфері інноваційної діяльності

Якщо міжнародними договорами, учасником яких є Україна і згода на обов’язковість яких надана Верховною Радою України, встановлені інші правила, ніж ті, що передбачені законодавством України у сфері інноваційної діяльності, застосовуються правила міжнародних договорів.

Розділ VII ПРИКІНЦЕВІ ПОЛОЖЕННЯ

1. Цей Закон набирає чинності з дня його опублікування, крім частини третьої статті 16, статей 21 та 22, які набирають чинності з 1 січня 2003 року. Передбачені пунктом 3 розділу VII “Прикінцеві положення” зміни до законів України набирають чинності з 1 січня 2003 року.

2. Кабінету Міністрів України у шестимісячний строк з дня опублікування цього Закону привести свої нормативно-правові акти у відповідність з цим Законом і подати Верховній Раді України пропозиції щодо внесення відповідних змін до законів України.

Президент України
м. Київ, 4 липня 2002 року
N 40-IV

Л. КУЧМА

Навчальне видання

*Серія “Посібники та підручники
ВНУ імені Лесі Українки”*

Тоцька Олеся Леонтіївна

**ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ
В ІННОВАЦІЙНІЙ ДІЯЛЬНОСТІ**

*Навчальний посібник
для студентів вищих навчальних закладів*

*Рекомендовано
Міністерством освіти і науки України*

Редактор і коректор: Н. Я. Ярмольчук

Верстка О. Л. Тоцької

Підп. до друку 01.11.2010. Формат 60×84¹/₁₆. Папір офс. Гарн. Таймс. Друк цифровий. Обсяг 10,35 обл.-вид. арк., 10,69 ум. друк. арк. Наклад 500 пр. Зам. 2423. Видавець і виготовлювач – Волинський національний університет імені Лесі Українки (43025, м. Луцьк, просп. Волі, 13). Свідоцтво Держ. комітету телебачення та радіомовлення України ДК № 3156 від 04.04.2008 р.