

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ
«ПОДІЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»

НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ БІЗНЕСУ І ФІНАНСІВ

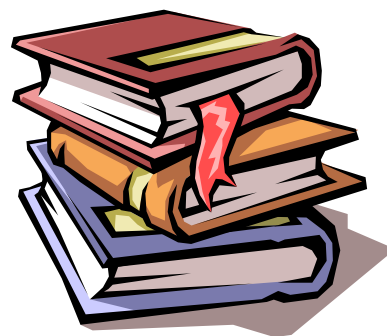
КАФЕДРА ОБЛІКУ, ОПОДАТКУВАННЯ ТА ТЕХНОЛОГІЙ
ЕЛЕКТРОННОГО БІЗНЕСУ

ІННА ЦВІГУН

ЕКОНОМІКО-СТАТИСТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ

Методичні рекомендації для практичних занять

для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
спеціальностей 073 «Менеджмент», 076 «Підприємництво, торгівля
та біржова діяльність», 281 «Публічне управління та адміністрування»



Кам'янець-Подільський
2023

Рецензенти:

ЧИКУРКОВА Алла Дмитрівна, доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри менеджменту, публічного управління та адміністрування Закладу вищої освіти «Подільський державний університет»

ЛУЧИК Василь Єфремович, доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри публічного управління, менеджменту та інклюзивної економіки Навчально-реабілітаційного Закладу вищої освіти «Кам'янець-подільський державний інститут»

*Рекомендовано до друку науково-методичною радою
Закладу вищої освіти «Подільський державний університет»
(протокол № ___ від _____)*

Цвігун І.А.

Ц 25 **Економіко-статистичне моделювання: методичні рекомендації для практичних занять (для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальностей 073 «Менеджмент», 076 «Підприємництво, торгівля та біржова діяльність», 281 «Публічне управління та адміністрування». – Кам'янець-Подільський: ЗВО «ПДУ», 2023. – 48 с.**

Навчально-методичне видання містить структуру навчальної дисципліни, методичні рекомендації до практичних занять, питання для обговорення на практичному занятті, навчальні завдання, рекомендовану літературу.

Рекомендовано студентам першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної та заочної форм навчання спеціальностей 073 «Менеджмент», 076 «Підприємництво, торгівля та біржова діяльність», 281 «Публічне управління та адміністрування» і може бути корисним для студентів інших спеціальностей.

УДК 311(07)

©Цвігун І.А., 2023

© ЗВО «ПДУ», 2023

ЗМІСТ

Передмова	4
Практична робота 1. Методологічні засади статистичного моделювання та прогнозування	5
Завдання до практичного виконання	5
Тести для перевірки знань	6
Практична робота 2. Формування інформаційної бази моделі і опис об'єкта моделювання	8
Завдання до практичного виконання	8
Тести для перевірки знань	10
Практична робота 3. Моделі класифікації	12
Завдання до практичного виконання	12
Тести для перевірки знань	14
Практична робота 4. Основи моделювання взаємозв'язків	16
Завдання до практичного виконання	16
Тести для перевірки знань	19
Практична робота 5. Розширена регресія	21
Завдання до практичного виконання	21
Тести для перевірки знань	24
Практична робота 6. Моделювання та прогнозування динаміки	26
Завдання до практичного виконання	26
Тести для перевірки знань	28
Практична робота 7. Багатофакторне прогнозування	30
Завдання до практичного виконання	30
Тести для перевірки знань	33
Практична робота 8. Моделювання причинних комплексів	35
Завдання до практичного виконання	35
Тести для перевірки знань	36
Практична робота 9. Модель головних компонент	38
Завдання до практичного виконання	38
Тести для перевірки знань	39
Використана література	41
Додатки	42

ПЕРЕДМОВА

Статистичний аналіз даних стає невід'ємним атрибутом системи управління на усіх її рівнях — від невеликої фірми до національної економіки в цілому. Статистичні моделі використовують для діагностики стану об'єктів управління, при вивченні причинно-наслідкового механізму формування варіації та динаміки соціально-економічних явищ і процесів, у моніторингу економічної кон'юнктури, при прогнозуванні та прийнятті оптимальних управлінських рішень.

Оволодіння багатим арсеналом методів статистичної обробки даних з використанням комп'ютерних технологій є важливою складовою професійної підготовки економіста. Саме цій меті підпорядковано курс «Статистичне моделювання та прогнозування». Відповідно до програми курсу в навчальному посібнику розглядаються:

- методологічні принципи статистичного моделювання та прогнозування, перевірки гіпотез і верифікації прогнозів;
- моделі багатовимірних оцінок (рейтингів, латентних факторів) і моделі класифікацій;
- різноманітні моделі динаміки (трендові, сезонного ритму, повного циклу), комплексне їх використання при прогнозуванні;
- модифікації множинної регресії; адаптація основних засад регресійного аналізу до специфіки об'єктів моделювання та інформаційної бази;
- моделі багатфакторного прогнозування за даними взаємозв'язаних динамічних рядів;
- моделювання причинних комплексів системами рівнянь.

При викладенні навчального матеріалу наголошується на двох аспектах:

- 1) на аналітичних можливостях і межах застосування кожного типу моделей;
- 2) на використанні інтегрованої системи обробки даних *Statistica*, яка надає користувачеві унікальні можливості поглибленого аналізу статистичних закономірностей.

Логічна структура аналізу ілюструється на конкретних прикладах соціально-економічного змісту (за умовними даними). Для кожного типу моделей розглядаються принципи формування інформаційної бази, вибору процедур аналізу, інтерпретації результатів. Методологія обробки даних у системі *Statistica* ґрунтується на електронних таблицях типу *MS Excel*.

Акцентуючи увагу студентів на параметрах моделей, таблиці з результатами аналізу і графіки наводяться у стандартному вигляді англійською мовою. Специфікація включених у модель ознак і змістовна інтерпретація параметрів моделі розкривається в коментарях до таблиць і графіків.

Для ймовірнісної оцінки параметрів моделей у таблицях результатів пропонуються фактичні рівні істотності *p-level*. З метою самостійної перевірки гіпотез щодо окремих властивостей процесу чи адекватності моделі в цілому в додатках наведено фрагменти таблиць найпоширеніших статистичних критеріїв.

Посібник рекомендується для студентів, аспірантів, викладачів, науковців і практиків, діяльність яких пов'язана з обробкою та аналізом статистичної інформації.

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 1

МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ СТАТИСТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ І ПРОГНОЗУВАННЯ

План

- 1.1. Логіка прикладного статистичного моделювання
- 1.2. Сутність і види статистичних прогнозів
- 1.3. Метод експертних оцінок
- 1.4. Комп'ютерні технології статистичного моделювання

Контрольні запитання для перевірки знань

1. У чому полягає необхідність використання економіко-математичних моделей у процесі аналізу соціально-економічних систем?
2. У чому полягає різниця між суворо детермінованими моделями та моделями, що враховують невизначеність? 19
3. Які існують основні принципи побудови моделей?
4. Що таке адекватність економіко-математичних моделей?
5. Яке місце займають моделі в суспільстві?
6. Назвіть основні класифікаційні ознаки економіко-математичних моделей?
7. Які підходи існують до тлумачення категорії система?
8. Наведіть визначення соціально-економічної системи.
9. Назвіть етапи процесу побудови моделі.
10. Чим фізичні моделі відрізняються від аналогових?



Завдання для практичного виконання

Завдання 1.1. З метою ретроспективного оцінювання точності прогнозу грошової маси М1 (млн. грн.) ряд динаміки поділено на: період ретроспекції (9 кварталів) і прогнозний період (3 квартали). Складено два варіанти прогнозу. Використовуючи стандартну похибку, оцініть точність прогнозу за кожним варіантом, зробіть висновок.

Прогнозний період	Прогнозний рівень за варіантом		Фактичний рівень
	1	2	
$p+1$	7162	7130	7158
$p+2$	7257	7252	7240
$p+3$	7352	7374	7365

Завдання 1.2. Цільова установка проекту — максимальний прибуток. Можливі три стратегії досягнення цілі. За даними матриці переваг, наданих експертами кожній стратегії, ранжуйте їх за вагомістю. Зробіть висновки.

Стратегія	А	В	С
А	—	3	4
В	2	—	3
С	1	2	—

Завдання 1.3. За даними поквартальної динаміки грошової маси М3 (млрд. грн.) і грошового мультиплікатора складено прогнози на період упередження v

=1, 2, 3. Використовуючи похибку апроксимації, порівняйте точність прогнозів, зробіть висновок.

Прогнозний період	Прогнозний рівень		Фактичний рівень	
	Грошова маса МЗ	Грошовий мультиплікатор	Грошова маса МЗ	Грошовий мультиплікатор
$p+1$	15,7	1,82	15,4	1,80
$p+2$	16,5	1,86	16,9	1,77
$p+3$	17,3	1,89	17,7	1,82

Завдання 1.4. Групи респондентів здійснили ранжування дестабілізуючих факторів економіки:

Фактор	Ранги, надані		
	промисловцями	аграріями	гуманітаріями
Податки	1	1	1
Тіньова економіка	4	2	3
Законодавство	3	4	2
Державний борг	2	3	4
Вимоги Світового банку	5	5	5

Оцініть ступінь узгодженості думок респондентів, висновок зробіть з імовірністю 0,95.

Завдання 1.5. За наведеними даними оцініть ризик підприємця, який планує вийти на ринок з новим товаром. Фактори ризику оцінювались експертами в діапазоні від 0 до 10 балів, вагові коефіцієнти — від 0 до 100 %. Межа мінімального ризику — 2,5 бала.

Фактор ризику	Бал	Вага, %
Ємність ринку	2	20
Сталість попиту	5	20
Конкурентоспроможність товару	2	25
Фінансовий стан і кредитоспроможність	4	16
Якість роботи маркетингової служби	3	12
Імідж фірми	2	7

Тести для перевірки знань

1. Що таке моделювання?

- Процес заміни реального об'єкта (процесу, явища) іншим матеріальним або ідеальним об'єктом
- Процес демонстрації моделей одягу в салоні мод
- Дослідження об'єктів за допомогою побудови й вивчення їхніх моделей
- Процес виявлення істотних ознак даного об'єкта

2. Що таке модель?

- Опис досліджуваного об'єкта засобами образотворчого мистецтва
- Матеріальний або абстрактний замітник об'єкта, що відображає його суттєві характеристики
- Матеріальний або абстрактний замітник об'єкта, що відображає його просторово-часові характеристики

- d) Інформація про несуттєві властивості об'єкта
3. Для чого необхідно створювати модель?
- a) Щоб з'ясувати, до якої предметної галузі належить об'єкт моделювання
 - b) Щоб навчитися керувати об'єктом або процесом і визначити найкращі способи управління при заданих цілях і критеріях
 - c) Щоб зрозуміти, як побудований конкретний об'єкт, - якими є його структура, основні властивості, закони розвитку і взаємодії із навколишнім світом
 - d) Щоб прогнозувати прямі чи непрямі наслідки впливу на об'єкт
4. Що з наведеного відноситься до числа математичних моделей?
- a) Інструкція зі збирання меблів
 - b) Формула знаходження коренів квадратного рівняння
 - c) Правила дорожнього руху
 - d) Формула знаходження площі круга
5. Мета моделювання це-
- a) Кінцеве призначення моделі.
 - b) Побудова залежностей між показниками
 - c) Перевірка адекватності моделі
 - d) Аналіз та інтерпретація результатів
6. Розкладіть логічно на етапи процес статистичного моделювання
- a) Характеристика мети та об'єкта моделювання.
 - b) Розвідувальний аналіз даних.
 - c) Математична формалізація моделі.
 - d) Оцінювання параметрів моделі.
 - e) Перевірка адекватності моделі.
 - f) Аналіз та інтерпретація результатів.
7. Статистична модель являє собою
- a) абстрактну схему відношень між величинами, що характеризують властивості реального процесу
 - b) внутрішню властивість системи,
 - c) Характеристика мети та об'єкта моделювання.
 - d) Побудова залежностей між показниками
8. Назвіть неправильну відповідь визначення термін «прогноз»
- a) науково обґрунтований висновок про майбутні події,
 - b) науково обґрунтований висновок про перспективи розвитку процесів,
 - c) науково обґрунтований висновок про можливі наслідки управлінських рішень.
 - d) науково обґрунтований висновок внутрішню властивість системи
9. Назвіть основний інструмент прогнозування
- a) Екстраполяція
 - b) Гіпотеза
 - c) Період упередження
 - d) Висновок про майбутні події
10. Верифікація прогнозів це –
- a) оцінювання їх точності та обґрунтованості
 - b) виявленні загальних і усталених тенденцій
 - c) механізм формування і подальшого розвитку процесу
 - d) висновок про майбутні події

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 2

ФОРМУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ БАЗИ МОДЕЛІ І ОПИС ОБ'ЄКТА МОДЕЛЮВАННЯ

План

- 2.1. Формування інформаційної бази моделі
- 2.2. Розвідувальний аналіз даних
- 2.3. Багатовимірне ранжування

Контрольні запитання для перевірки знань

1. Які є властивості складної системи?
2. У чому полягає відмінність між категоріями інформаційний простір та інформаційний ресурс, інформація та дані, індикатор та показник?
3. Яким вимогам повинна відповідати статистична інформація?
4. У чому полягає достовірність інформації?
5. Чому властивістю сучасних соціально-економічних систем є невизначеність?
6. Які існують типи невизначеності?
7. Яким чином можна представити густину розподілу?
8. Перелічіть типи законів розподілу?
9. Які основні характеристики нормального закону розподілу?
10. За якими напрямками проводиться розвідувальний аналіз?



Завдання для практичного виконання

Завдання 2.1. Для аналізу фінансового стану банків самостійно визначте сукупність банків (не менше 25) і по кожному з них випишіть інформацію щодо розміру активів, капіталу, зобов'язань і прибутку. По кожному банку визначте: прибутковість активів і капіталу, співвідношення капіталу і зобов'язань. У системі *Statistica* сформуруйте файл первинних даних, здійсніть специфікацію показників.

Завдання 2.2. Використовуючи процедури модуля *Basic Statistics and Tables*, здійсніть розвідувальний аналіз даних завд. 1: а) для показників прибутковості активів і капіталу визначте всі характеристики розподілу (*Statistics*); б) складіть ряд розподілу банків за рівнем прибутковості активів (*Frequency tables*), здійсніть частотний аналіз розподілу; в) складіть комбінаційне групування банків за рівнем прибутковості активів і прибутковості капіталу (*Tables and banners*); г) для візуалізації розподілу банків за усіма показниками скористайтеся графіками.

Завдання 2.3. За процедурою *Correlation matrices* оцініть взаємозв'язки між показниками прибутковості та співвідношенням капіталу і зобов'язань (завд. 1), подайте їх у матричному вигляді та графічно. Зробіть висновки.

Завдання 2.4. За наведеними даними визначте рейтинги банків за достатністю капіталу. Класифікуйте показники на стимулятори та дестимулятори.

Показник	Банк			
	А	Б	В	Г
Н ₁ — відношення зобов'язань до капіталу	16	14	11	15
Н ₃ — достатність капіталу	12	7	10	13
Н ₄ — ліквідність балансу	2,24	1,16	0,74	1,23
Н ₆ — ліквідність активів	0,18	0,21	0,32	0,24

Нормативи показників: Н₁ — не більше 8; Н₃ — не менше 0,5; Н₄ — не більше 0,7; Н₆ — не менше 0,5.

Завдання 2.5. Визначте рейтинги регіонів за рівнем розвитку інформаційних комунікацій:

Показник на 1000 чол.	Регіон			У середньому по країні
	А	Б	В	
Кількість телевізорів	310	340	250	330
Кількість радіоприймачів	220	300	230	240
Кількість телефонів	105	150	100	120

Обґрунтуйте вибір узагальнюючого показника.

Завдання 2.6. Географічна структура зовнішньоекономічних зв'язків країни А з іншими країнами характеризується такими даними (%):

Показник	Разом	У тому числі з країною				
		Б	В	Г	Д	Е
Експорт	100	28	12	36	15	9
Імпорт	100	39	17	24	8	12

Оцініть ступінь активності зовнішньоекономічної діяльності країни А з іншими країнами, зробіть висновки.

Завдання 2.7. Визначте рейтинги країн за рівнем науково-технічного розвитку. Обґрунтуйте вибір узагальнюючого показника.

Країна	Частка витрат на НДДКР* у ВВП, %	Патенти у країні, тис. шт.	Обсяг експорту ліцензій, млн. грош. од.
А	2,4	15	720
Б	2,7	28	575
В	2,2	16	426
Г	2,5	32	682

* На науково-дослідну діяльність і конструкторську роботу.

Завдання 2.8. Визначте рейтинги країн за рівнем економічного розвитку. Обґрунтуйте вибір узагальнюючої оцінки, класифікуйте показники на стимулятори і дестимулятори.

Країна	ВВП на 1 кг енерговитрат	Норма інвестицій, %	Рівень безробіття, %	Державний борг, % до ВВП
А	4,2	25	14	28
Б	1,6	30	10	78
В	0,9	28	15	62
Г	1,4	20	13	56
Д	0,8	32	9	45

Завдання 2.9. За допомогою таксономічного показника оцініть екологічну ситуацію в регіонах. У таблиці наведено стандартизовані значення показників (у розрахунку на 1 жителя): x_1 — споживання свіжої води; x_2 — обсяг скидання забруднених стічних вод у природні водоймища; x_3 — викиди шкідливих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами забруднення.

Показник	Регіон				
	А	Б	В	Г	Д
z_1	-0,05	0,37	0,51	-1,30	-0,56
z_2	-0,08	-0,13	-0,38	-0,91	0,04
z_3	0,45	0,22	-0,72	-0,12	1,72

Класифікуйте показники на стимулятори і дестимулятори, зробіть висновки.

Завдання 2.10. Яку з-поміж розглянутих інтегральних оцінок можна застосувати для аналізу динаміки складних соціально-економічних явищ? Відповідь обґрунтуйте.

Тести для перевірки знань

- До якого виду моделювання відносяться схеми, графіки, креслення, формули?
 - інформаційне;
 - фізичне;
 - геометричне;
 - вербальне.
- Який принцип системного підходу передбачає здатність до вдосконалення, розвитку економічної системи за умови збереження певних якісних властивостей?
 - невизначеності;
 - децентралізації;
 - функціональності;
 - розвитку.
- На основі чого відбираються дані у випадковій вибірці?
 - особистих уподобань дослідника;
 - алгебраїчних аксіом;
 - математичної теорії;
 - системного підходу.
- Що відбувається із репрезентативністю вибірки в разі збільшення її обсягу?

- а) не змінюється;
 - б) зростає;
 - в) зменшується;
 - г) подвоюється.
5. *Принцип функціональності означає, що ...*
- а) систему потрібно досліджувати після визначення її функцій;
 - б) систему потрібно досліджувати задля визначення її функцій;
 - в) систему потрібно досліджувати, враховуючи її функції;
 - г) систему потрібно досліджувати до визначення її функцій.
6. *Як називається вид моделювання, що застосовується для вивчення фізико-хімічних, технологічних, біологічних, генних процесів, що відбуваються в оригіналі?*
- а) вербальне;
 - б) фізичне;
 - в) інформаційне;
 - г) геометричне.
7. *Як називаються моделі, які є складними комп'ютерними програмами, що описують поведінку компонентів економічного об'єкта та взаємодію між ними?*
- а) ігрові;
 - б) ізоморфні;
 - в) імітаційні;
 - г) оптимізаційні.
8. *Економічна система є ...*
- а) предметом моделювання;
 - б) об'єктом моделювання;
 - в) метою моделювання;
 - г) елементом моделювання.
9. *Що характерно для статичних економіко-математичних моделей?*
- а) значення параметрів моделі належать до одного (фіксованого) моменту часу;
 - б) значення параметрів моделі належать до певного проміжку часу;
 - в) значення параметрів моделі не залежать від визначеного часу;
 - г) значення параметрів моделі належать до невизначеного моменту часу.
10. *Як називаються моделі, які враховують випадкові процеси та використовують методи й інструменти теорії ймовірності та математичної статистики?*
- а) детерміновані;
 - б) стохастичні;
 - в) теоретико-ігрові;
 - г) динамічні.

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 3

МОДЕЛІ І КВАЛІФІКАЦІЇ

План

- 3.1. Однорідність і типологія
- 3.2. Кластерні процедури класифікації
- 3.3. Класифікація на основі дискримінантної функції

Контрольні запитання для перевірки знань

1. Чим відрізняється кластеризація від класифікації?
2. Наведіть основні властивості кластера.
3. Перерахуйте основні напрями використання кластерного аналізу.
4. Перелічіть етапи формування матриці спостережень.
5. Наведіть перелік відстаней, що найчастіше застосовуються у багатомірному аналізі.
6. Який вигляд має матриця відстаней?
7. Чим відрізняється розрахунок відстані Чебишева від розрахунку середньої абсолютної різниці значень ознак?
8. Наведіть властивості елементів матриці відстаней.
9. Перерахуйте групи методів кластерного аналізу.
10. Наведіть етапи реалізації методу к-середніх.
11. Сформулюйте визначення дискримінантного аналізу.
12. Які підходи існують до проведення дискримінантного аналізу?
13. Наведіть загальний вигляд функції дискримінації.
14. У чому полягає поняття центроїду?
15. Що характеризує міжкласову варіацію?
16. Які основні завдання дискримінантного аналізу?
17. За допомогою яких критеріїв здійснюється перевірка якості дискримінації?
18. Наведіть визначення дискримінантної функції.
19. У яких межах вимірюється лямбда Вілкса?
20. Чим відрізняються стандартизовані коефіцієнти дискримінантної функції від структурних?



Завдання для практичного виконання

Завдання 31. Виробничі потужності 12 металургійних комбінатів характеризуються такими даними, млн. т/рік:

Продукція	Максимальний рівень	Мінімальний рівень	Середній рівень	Середнє квадратичне відхилення
Чавун	10,4	3,2	8,5	1,3
Сталь	17,6	4,4	9,8	2,2
Прокат	12,4	3,7	7,6	1,9

За допомогою критерію Граббса перевірте однорідність сукупності металургійних комбінатів за виробничими потужностями. Висновок зробіть з імовірністю 0,95.

Завдання 3.2. Розподіл 400 домогосподарств за рівнем середньодушового доходу характеризується даними:

Номер групи	Частка емпіричного розподілу, %	Імовірність теоретичного розподілу, %	
		нормального	лог-нормального
1	5,5	6,7	5,3
2	9,4	8,0	11,6
3	17,2	12,7	16,3
4	15,3	16,6	17,6
5	15,0	17,8	15,0
6	13,0	15,5	12,7
7	10,2	11,2	9,0
8	8,5	6,6	6,5
9	3,8	3,1	4,0
10	2,0	1,8	2,0
Разом	100	100	100

За допомогою критеріїв χ^2 та Колмогорова-Смирнова d перевірте, з нормальним чи лог-нормальним розподілом узгоджується розподіл домогосподарств за середньодушовим доходом. Висновок зробіть з імовірністю 0,95.

Завдання 3.3. За наведеними даними визначте Евклідові відстані між агрогосподарствами за рівнем забезпеченості технікою (в розрахунку на 100 га):

Господарство	Стандартизовані значення показників забезпеченості			
	колісними тракторами	зернозбиральними комбайнами	знаряддями поверхневого обробітку ґрунту	транспортними засобами
А	1,15	0,72	-0,16	0,26
Б	-0,36	0,58	-0,43	0,27
В	0,64	1,45	1,02	0,38

Завдання 3.4. За даними про приплив води в шахту ($\text{м}^3/\text{год}$) і кількість метану на 1 т середньомісячного видобутку вугілля (м^3) шахти поділяються на дві групи. Перша об'єднує шахти з безпечними умовами праці, друга — з небезпечними. Дискримінантна функція класифікації шахт за рівнем безпеки праці має такий вигляд:

$$f = 0,35 x_1 + 2,42 x_2.$$

Визначте центроїди груп і процедуру класифікації шахт; класифікуйте нові шахти за наведеними нижче даними:

Показник	Середній рівень у групі		Нові шахти	
	1	2	А	Б
Приплив води в шахту	120	150	125	118
Кількість метану на 1 т видобутку вугілля	16	25	24	22

Завдання 3.5. За даними матриці відстаней, використовуючи ієрархічну кластер-процедуру (алгоритм одиничного зв'язку), здійсніть класифікацію агрогосподарств за рівнем забезпеченості технікою, побудуйте дендрограму:

Господарство	1	2	3	4	5	6
1	0	0,60	2,17	1,42	1,96	3,32
2		0	0,85	2,58	1,75	2,24
3			0	2,03	3,13	1,40
4				0	2,46	1,08
5					0	0,65
6						0

Завдання 3.6. За даними про відповідність окремих параметрів робочого місця нормативам («0» — відповідає, «1» — не відповідає) обчисліть попарні міри подібності, на основі їх складіть матрицю подібності:

Параметр робочого місця	Робоче місце				
	1	2	3	4	5
Безпека	1	0	0	1	0
Шум	1	0	1	1	0
Вібрація	1	1	0	1	0
Температура	0	1	1	0	1
Загазованість	0	1	0	1	0
Освітленість	1	0	0	0	0

Обґрунтуйте, яку міру подібності необхідно використати.

Завдання 3.7. Як оцінити якість класифікації? Обґрунтуйте вибір критерію якості.

Тести для перевірки знань

1. Як називаються моделі, що призначені для вивчення загальних закономірностей і властивостей економічної системи, що розглядається?
 - а) теоретико-аналітичні;
 - б) прикладні;
 - в) мікроекономічні;
 - г) дискретні.
2. Економіко-математична модель – це ...
 - а) вираження найсуттєвіших інформаційних взаємозв'язків;
 - б) вираження різноманітних статистичних взаємозв'язків;
 - в) вираження найсуттєвіших економічних взаємозв'язків;
 - г) вираження різноманітних економічних взаємозв'язків.

3. Як називаються моделі, в яких час розглядається як неперервний фактор?
- а) дискретні;
 - б) макроекономічні;
 - в) статичні;
 - г) неперервні.
4. Модель без керування – це ...
- а) модель, яка передбачає вияв мети керування та побудову цільової функції;
 - б) модель, що призначена для дослідження об'єктів шляхом встановлення кількісних співвідношень між їх характеристиками;
 - в) модель, що дає можливість визначати й оцінювати параметри функціонування конкретних економічних об'єктів і формулювати рекомендації для прийняття практичних господарських рішень;
 - г) модель, призначена для вивчення загальних закономірностей і властивостей економічної системи, що розглядається.
5. Як називаються моделі, які абсолютно подібні об'єкту, який досліджується?
- а) гомоморфні;
 - б) виробничі;
 - в) ізоморфні;
 - г) фінансові.
6. Після чого здійснюється математико-статистична обробка даних?
- а) групування даних;
 - б) застосування методу системного підходу;
 - в) обчислення середньої арифметичної досліджуваних даних;
 - г) дослідження кореляції сукупності даних.
7. Що є метою та задачами моделювання?
- а) дослідження та вивчення на моделях економічних процесів і законів;
 - б) визначення найсуттєвіших економічних взаємозв'язків;
 - в) передбачення наслідків рішень, що приймаються;
 - г) автоматизація розрахунків у прогнозуванні, плануванні, управлінні, підготовці рішень.
8. Які моделі виділяють за родом економічних задач, що вирішуються?
- а) фінансові;
 - б) транспортні;
 - в) статичні;
 - г) виробничі.
9. Підготовка вихідних даних – це етап ...
- а) фільтрації;
 - б) трендування;
 - в) прогнозування;
 - г) верифікації прогнозу.
10. За допомогою яких методів обробки інформації встановлюється перевага чи відносна значущість варіантів?
- а) ранжування;
 - б) безпосередньої оцінки;
 - в) статистичної оцінки;
 - г) попарних порівнянь.

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 4 ОСНОВИ МОДЕЛЮВАННЯ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКІВ

План

- 5.1. Типи моделей взаємозв'язку
- 5.2. Багатофакторні індексні моделі
- 5.3. Класична регресія
- 5.4. Забезпечення адекватності регресійної моделі

Контрольні запитання для перевірки знань

1. Які завдання вирішує економетрична модель?
2. Наведіть основні передумови класичної лінійної економетричної моделі.
3. Перерахуйте основні етапи використання МНК для однофакторної моделі.
4. Перерахуйте властивості оцінок параметрів моделі.
5. У чому полягає ефективність параметрів моделі?
6. У чому полягає особливість побудови прогнозу з використанням регресійної моделі?
7. У чому полягає наявність мультиколінеарності в моделі?
8. Перелічіть етапи, з яких складається алгоритм Ферра – Глобера?
9. Наведіть основні методи усунення мультиколінеарності.
10. Перелічіть етапи, з яких складається реалізація методу головних компонент.

Завдання для практичного виконання



Завдання 4.1. За наведеними даними (в млн. грн.) побудуйте 4-факторну індексну модель ефективності комерційної діяльності фірми, вимірником якої є балансова рентабельність виробничого капіталу. Оцініть абсолютний вплив на динаміку цього показника кожного фактора.

Показник	Базисний період	Поточний період
Балансовий прибуток	4,0	3,8
Виручка від реалізації продукції	22,6	24,0
Витрати на виробництво продукції	19,0	20,5
Виробничий капітал	43,7	45,9
У т. ч. оборотний капітал	5,8	5,3

Завдання 4.2. За минулий рік темпи приросту макропоказників становили: ВВП — 0,7%, матеріальних витрат — 1,5%, енерговитрат — 2,3%, кількості робочих місць — 0,2%. Проведіть діагностику збалансованості економічного розвитку за умови енергозберігаючої економічної стратегії.

Завдання 4.3. Динаміка матеріальних витрат на виробництво продукції залежить від матеріаломісткості продукції, оборотності та розміру оборотного капіталу. За поточний квартал матеріальні витрати зросли з 200 до 221

млн. грн. Визначте абсолютний вплив металомісткості та оборотності капіталу на динаміку матеріальних витрат.

Показник	Індекс
Матеріальні витрати	1,105
Оборотний капітал	1,12
Матеріаломісткість продукції	1,05
Оборотність капіталу	0,94

Завдання 4.4. За наведеними даними побудуйте індексно-матричну модель розвитку промисловості регіону і зробіть висновки щодо збалансованості динаміки показників інтенсивності та ефективності промислового виробництва.

Показник	Індекс
Товарна продукція промисловості	0,90
Основні виробничі фонди	1,02
Матеріальні витрати	0,95
Споживання електроенергії	1,07
Витрати праці, людино-годин	0,98

Завдання 4.5. Залежність питомих витрат газу в чорній металургії від обсягу виробництва прокату чорних металів VAR1 та споживання вугілля VAR2 описується параметрами:

Regression Summary for Dependent Variable: VAR3 (new.sta)				
R= ,8960 RI= ,8028 Adjusted RI= ,737				
F(2,10)=20,355 p<,000 Std.Error of estimate: ,0206				
N =12	BETA	B	St. Err. of B	t(11)
Intercpt		4,192	2,551	1,64
VAR1	-0,847	-48,48	7,916	-6,124
VAR2	0,534	2,814	0,651	4,322

Поясніть зміст параметрів, зробіть висновок щодо адекватності моделі.

Завдання 4.6. Функція питомих витрат енергоресурсів на залізницях має вигляд:

$$Y = -0,173 + 0,0073x_1 - 0,04x_2,$$

де x_1 — співвідношення сумарного споживання енергії і вантажообороту залізниці, x_2 — частка електрифікованої довжини залізниць. Стандартні похибки коефіцієнта регресії становлять відповідно 0,07 і 0,02.

Перевірте істотність ефектів впливу факторів для $n = 10$. Висновок зробіть з імовірністю 0,95.

Завдання 4.7. Залежність споживання яловичини (кг на душу населення за рік) від ціни P та середньодушового доходу D (грн.) характеризується коефіцієнтами регресії:

Фактор	b_i	\bar{x}_i
P	-3,2	6
D	0,16	120

Середній рівень споживання яловичини — 24 кг. Порівняйте ефекти впливу факторів.

Завдання 4.8. У регресійну модель собівартості продукції за даними 25 підприємств взуттєвої промисловості покроково вводилися такі фактори: x_1 — продуктивність праці в умовних одиницях трудомісткості; x_2 — витрати хромової шкірсировини на одну пару знеособленого взуття; x_3 — фондоозброєність праці. Сукупні коефіцієнти кореляції становили відповідно 0,820; 0,875; 0,902.

Визначте частинні коефіцієнти кореляції, перевірте їх істотність. Висновок зробіть з імовірністю 0,95.

Завдання 4.9. Регресійна модель фондівдачі на машинобудівних підприємствах має вигляд: $Y = -21,33 + 0,063x_1 + 1,78x_2 + 5,59x_3 + 0,133x_4$.

Факторні ознаки: x_1 — ступінь використання потужностей підприємства, %; x_2 — капітальні витрати на 1000 грн. потужності, тис. грн.; x_3 — частка устаткування в загальній вартості основних виробничих фондів, %; x_4 — ступінь автоматизації виробничих процесів, %.

Визначте резерви підвищення фондівдачі в групі підприємств, які використовують застарілу технологію, якщо значення факторів довести до рівня модернізованих підприємств.

Факторна ознака	Середньогрупові значення факторних ознак	
	Група підприємств, які потребують модернізації	Група модернізованих підприємств
x_1	63,6	93,4
x_2	4,0	4,3
x_3	0,72	0,70
x_4	48,3	54,2
y	0,60	3,32

Завдання 4.10. Регресійна модель продуктивності праці (тис. грн. на працівника) має вигляд: $Y = -3,42 + 0,32x_1 - 6,36x_2 + 0,18x_3$, де x_1 — ступінь завантаженості устаткування; x_2 — оборотність матеріальних запасів; x_3 — енергоозброєність праці. Для конкретних підприємств визначте ступінь використання об'єктивних можливостей виробництва:

Підприємство	Значення факторів			у
	x_1	x_2	x_3	
1	76	0,4	20,4	23,1
2	68	0,5	18,7	17,6

Завдання 4.11. Оцінки толерантності двох факторних ознак становлять: 0,65 і 0,12. Яку з них слід включити в ознакову множину регресійної моделі і чому?

Тести для перевірки знань

1. Як називається метод, що дозволяє визначити форму відносин між випадковими величинами, а також установлювати закон розподілу значень однієї змінної від змін іншої?
 - а) математичний аналіз;
 - б) детермінантний аналіз;
 - в) матричний аналіз;
 - г) регресійний аналіз.
2. На яку залежність вказує знак «+» коефіцієнта кореляції?
 - а) висхідну;
 - б) пряму;
 - в) низхідну;
 - г) зворотну.
3. В яких межах знаходиться абсолютна величина коефіцієнта кореляції?
 - а) від -1 до 0;
 - б) від 0 до 1;
 - в) від 1 до 100;
 - г) від -1 до 1.
4. На яку залежність вказує знак «-» коефіцієнта кореляції?
 - а) низхідну;
 - б) висхідну;
 - в) зворотну;
 - г) пряму.
5. Як називається найбільш розповсюджений показник тісноти зв'язку двох ознак (X, Y)?
 - а) середнє зважене;
 - б) лінійна функція;
 - в) коефіцієнт кореляції;
 - г) індекс середніх величин.
6. Яка залежність припускає однозначну відповідність між величинами, коли аргументу точно відповідає визначене значення функції?
 - а) аргументна;
 - б) одинична;
 - в) кореляційна;
 - г) функціональна.
7. Що лежить в основі теорії кореляції?
 - а) уявлення про тісноту зв'язку між досліджуваними явищами;

- б) теорія системного підходу;
 - в) матричний поділ;
 - г) розуміння теорії статистики.
8. Які види регресії розрізняють залежно від характеру зв'язку між змінними?
- а) позитивна;
 - б) негативна;
 - в) лінійна;
 - г) основна
9. Залежність між двома змінними, при якій кожному значенню однієї з них відповідає єдине значення іншої, називають:
- 1) кореляційною залежністю;
 - 2) ймовірнісною залежністю;
 - 3) функціональною залежністю;
 - 4) регресійною залежністю.
10. Залежність між двома змінними, при якій зміна однієї з них викликає зміну розподілу другої, називають:
- 1) кореляційною залежністю;
 - 2) ймовірнісною залежністю;
 - 3) функціональною залежністю;
 - 4) стохастичною залежністю.
11. Кореляційна залежність між двома змінними величинами - це залежність, при якій:
- 1) зміна значення однієї з них викликає зміну умовного середнього значення іншої;
 - 2) кожному значенню однієї з них відповідає єдине значення іншої;
 - 3) зміна значення однієї з них викликає зміну розподілу іншої;
 - 4) зміна значення однієї з них викликає обов'язкове зростання значення іншої.

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 5

РОЗШИРЕНА РЕГРЕСІЯ

План

- 5.1. Регресія на змішаних факторних множинах
- 5.2. Адаптація регресійної моделі до неоднорідної сукупності
- 5.3. Регресія на групуваннях
- 5.4. Модель стандартизованих групувань

Контрольні запитання для перевірки знань

1. Що розуміється під визначенням шкали?
2. Які особливості економічного явища можна дослідити, використовуючи бінарні змінні?
3. Наведіть приклади величин, виміряних у лінгвістичній шкалі, шкалі відносин.
4. Як називаються моделі, що містять бінарні залежні змінні?
5. Чим відрізняється регресійна модель із взаємодією та без взаємодії?
6. У чому сутність фіктивних змінних?
7. Які умови переведення якісних змінних у кількісні?
8. У чому полягає специфікація моделі з фіктивною змінною нахилу та зсуву?
9. Перерахуйте види якісних шкал.
10. Чи може фіктивна змінна бути незалежною змінною?
11. Що таке стандартизація групування?
12. Коли виникають стандартизовані ефекти?
13. Які оцінки існують для визначення величини стандартизованих ефектів?
14. Які існують види групування даних?
15. Які методи дисперсійного аналізу використовуються для різних видів групувань?
16. Наведіть макет таблиці комбінаційного групування.
17. Які існують вимоги для використання методу групування?
18. Перерахуйте завдання, які вирішуються за допомогою групування.



Завдання для практичного виконання

Завдання 5.1. Вплив стану навколишнього середовища на здоров'я населення описується регресійною моделлю, ознакова множина якої включає: x_1 — середні викиди забруднюючих речовин в атмосферу на одну людину за рік, кг; x_2 — місце проживання: великі промислові центри (І група) та території з невисоким рівнем техногенного навантаження (ІІ група). Коефіцієнти регресії моделі онкозахворювань на 100 000 чол. становлять: $b_1 = 0,414$; $a_1 = 112,380$. Поясніть зміст коефіцієнтів регресії.

Завдання 5.2. Регресійна модель описує залежність продуктивності праці робітників очисних вибоїв (тонн на одного робітника за зміну) від потужності

вугільного пласта (x_1) та типу вугільного комбайна (широкозахватні, вузькозахватні).

Параметри моделі становлять:

R^2	a_0	b_1	a_1	c_{11}
0,76	3,872	1,875	1,290	2,754

Поясніть зміст параметрів моделі.

Завдання 5.3. Виконайте специфікацію моделей окупності витрат у залежності від продуктивності праці x_1 та оборотності обігових коштів x_2 :

- 1) для птахофабрик, різних за спеціалізацією виробництва (м'ясні, яєчні);
- 2) для теплоелектростанцій, які використовують різні види палива (вугілля, природний газ, мазут);
- 3) для агрогосподарств, які мають переробні цехи (плодоконсервні, виноробні) та різняться за ступенем розвитку зовнішньоекономічних зв'язків (експортують продукцію, не експортують).

Завдання 5.4. Через погіршення фінансового стану компанії чистий дохід на акції стрімко зменшився. Опишіть динаміку дохідності акцій лінійним трендом з урахуванням зрушень. Поясніть зміст параметрів моделі.

Рік	1	2	3	4	5	6	7
Дохід на акцію, грн.	1,12	1,23	1,33	1,46	1,52	1,56	1,62

Завдання 5.5. За наведеними даними сформууйте матрицю ознакової множини моделі врожайності кукурудзи; здійсніть специфікацію моделі; визначте ефекти впливу та ефекти взаємодії факторів: A — режиму іригації, B — сорту, їх взаємодії.

Режим іригації	Урожайність сорту, ц/га		
	B_1	B_2	B_3
A_1	43	46; 52; 58	47; 53
A_2	56; 49; 50	66; 71	62

Завдання 5.6. За допомогою моделі стандартизованих групувань проведено аналіз залежності розміру кредитно-інвестиційного портфеля комерційних банків від розміру капіталу x та еволюційних факторів розвитку банківської системи (змінна часу t). Центровані ефекти впливу цих факторів становлять:

Групи за ознакою x	Фактичний розмір КП, млн. грн.	Центрований ефект
1	6,2	-11,3
2	8,2	-9,1
3	10,4	-7,0
4	11,3	-6,1
5	20,9	3,8
6	33,8	16,7
7	9,8	-7,2
У середньому	17,3	X
Роки 1	15,0	-1,0
2	17,3	-0,2
3	19,5	1,3
У середньому	17,3	X

Визначте стандартизовані середні для кожної групи i , розглядаючи їх як теоретично можливі рівні, оцініть ступінь використання теоретичних можливостей банків щодо збільшення КП.

Завдання 5.7. Характеристикою потенційної професійної мобільності є частка робітників, які прагнуть змінити професію. На конкретному підприємстві цей показник становить 0,240. Механізм формування потенційної мобільності робітників підприємства описано регресійною моделлю, параметри якої наведено в таблиці:

Групи робітників за ознаками	Частка робітників	Коефіцієнт регресії
1. Вік, років:		
до 25	0,345	0,090
25—35	0,380	-0,067
35 і старші	0,275	—
2. Ступінь задоволеності професією:		
не подобається	0,233	0,117
ставлюся байдуже	0,093	0,054
подобається	0,674	—
Рівень кваліфікації (тарифний розряд):		
3	0,328	-0,126
4	0,252	0,073
5, 6	0,420	—

Вільний член рівняння $a_0 = 0,512$.

Визначте стандартизовані середні та центровані ефекти впливу факторів на професійну мобільність робітників. Зробіть висновки.

Тести для перевірки знань

1. *Кореляційно-регресійний аналіз не розв'язує наступну задачу:*
 - 1) побудова кореляційно-регресійної моделі;
 - 2) оцінка тісноти зв'язку;
 - 3) оцінка параметрів моделі;
 - 4) якісна характеристика економічних систем.
2. *Для побудови кореляційно-регресійної моделі використовують:*
 - 1) метод декомпозиції;
 - 2) метод штрафних функцій;
 - 3) метод найменших квадратів;
 - 4) метод половинного поділу.
3. *Які значення може приймати випадкове відхилення парної лінійної кореляційно-регресійної моделі?*
 - 1) невід'ємні;
 - 2) з проміжку $[-1; 1]$;
 - 3) будь-які;
 - 4) з проміжку $[0; 4]$.
4. *Які значення може приймати коефіцієнт регресії?*
 - 1) невід'ємні;
 - 2) з проміжку $[-1; 1]$;
 - 3) будь-які;
 - 4) з проміжку $[0; 1]$.
5. *Приріст результуючої змінної при збільшенні факторної ознаки на одиницю характеризує:*
 - 1) середнє значення факторної ознаки;
 - 2) коефіцієнт кореляції;
 - 3) відношення детермінації ;
 - 4) коефіцієнт регресії.
6. *Коефіцієнт регресії b_1 кореляційно-регресійної моделі показує:*
 - 1) приріст результуючої змінної при збільшенні факторної ознаки на одиницю;
 - 2) приріст факторної ознаки при збільшенні результуючої змінної на одиницю;
 - 3) середнє значення факторної ознаки при нульовому значенні результуючої змінної;
 - 4) середнє значення результуючої змінної при нульовому значенні факторної ознаки.
7. *Якщо між факторною ознакою та результуючою змінною існує кореляційна залежність, то:*
 - 1) коефіцієнт регресії не дорівнює нулю;
 - 2) коефіцієнт регресії дорівнює нулю;
 - 3) коефіцієнт кореляції дорівнює нулю;
 - 4) усі випадкові відхилення додатні.
8. *При $r = 0$:*

- 1) відсутній зв'язок між результуючою змінною та факторною ознакою;
- 2) наявний слабкий кореляційний зв'язок між результуючою змінною та факторною ознакою;
- 3) наявний функціональний зв'язок між результуючою змінною та факторною ознакою;
- 4) наявний тісний кореляційний зв'язок між результуючою змінною та факторною ознакою.

9. При $|r| = 1$:

- 1) відсутній зв'язок між результуючою змінною та факторною ознакою;
- 2) наявний слабкий кореляційний зв'язок між результуючою змінною та факторною ознакою;
- 3) наявний функціональний зв'язок між результуючою змінною та факторною ознакою;
- 4) наявний тісний кореляційний зв'язок між результуючою змінною та факторною ознакою.

10. Якщо відношення детермінації парної лінійної кореляційно-регресійної моделі $R^2=0,42$, то модель:

- 1) пояснює 42% варіації змінної x ;
- 2) не пояснює зв'язку між x і y ;
- 3) пояснює 42% варіації змінної y ;
- 4) пояснює 58% варіації змінної y .

11. Під вибором множинної лінійної кореляційно-регресійної моделі розуміють:

- 1) вибір форми залежності між результуючою змінною та факторною ознакою;
- 2) врахування всіх вагомих факторних ознак, які входять в множинну лінійну кореляційно-регресійну модель;
- 3) визначення тісноти зв'язку між змінними;
- 4) визначення стандартної похибки моделі.

12. Мультиколінеарність виникає тоді, коли:

- 1) випадкові відхилення корелюють між собою;
- 2) факторні ознаки корелюють між собою;
- 3) випадкові відхилення залежить від незалежної змінної;
- 4) дисперсія випадкових відхилень не є постійною.

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 6 МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ДИНАМІКИ

План

- 6.1. Основні засади моделювання динаміки
- 6.2. Типи трендових моделей
- 6.3. Короткострокове прогнозування на основі ковзних середніх
- 6.4. Оцінювання сезонної компоненти
- 6.5. Модель ARIMA
- 6.6. Моделювання повних циклів

Контрольні запитання для перевірки знань

1. Чим відрізняється часовий ряд від просторового?
2. Які існують види часових рядів?
3. Як використовується метод Дарбіна – Уотсона для дослідження автокореляції?
4. У чому полягає визначення стаціонарного часового ряду в широкому сенсі?
5. Які існують методи дослідження стаціонарності?
6. У якому випадку використовують адитивну та мультиплікативну модель?
7. Перерахуйте моделі згладжування.
8. Назвіть основні етапи проведення методу Фостера – Стюарта.
9. Які основні кроки побудови моделі декомпозиції?
10. Які методи використовуються для перевірки якості прогнозу?



Завдання для практичного виконання

Завдання 6.1. Ситуація на ринку праці характеризується навантаженням незайнятого населення на одну вакансію. За даними семи місяців визначте прогнозний рівень цього показника на початок серпня та стандартне відхилення.

На початок місяця	Рівень навантаження, чол.	На початок місяця	Рівень навантаження, чол.
Січня	3,7	Травня	6,1
Лютого	4,2	Червня	6,9
Березня	4,8	Липня	7,5
Квітня	5,3	Серпня	?

Вибір функції тренда обґрунтуйте.

Завдання 6.2. Динаміка перевезення вантажів залізницею (млн. т) описується трендовим рівнянням $Y = 14,9 + 0,9t$, де $t = 1, 2, \dots, 7$, із стандартною похибкою 0,275. Визначте прогнозний обсяг перевезень вантажів на період упередження $v = 1$ та довірчі межі прогнозу з імовірністю 0,90.

Завдання 6.3. Динаміка витрат компанії (млн. грн.) на модернізацію діючого устаткування за 1995—1999 рр. описується трендовим рівнянням

$Y = 22,2 - 2,7t$. Оцініть автокореляцію залишкових величин з лагом 1. Зробіть висновки про адекватність лінійного тренда реальному процесу.

Роки	1995	1996	1997	1998	1999
Витрати	29	24	21	19	18

Завдання 6.4. Динаміка експорту олії характеризується даними:

№ року	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Тис. т	86	92	97	106	115	127	142	154	170

Опишіть тенденцію ряду експонентою, поясніть зміст параметрів. Визначте прогнозні рівні експорту олії на період упередження $\nu = 1, 2, 3$.

Завдання 6.5. Динаміка біржових цін акцій компанії на торгах минулого тижня характеризується даними:

День	1	2	3	4	5
Ціна акції, грн.	23	19	20	22	18

Використовуючи метод експоненційного згладжування ($a = 0,2$), визначте прогнозний рівень біржової ціни акції на понеділок наступного тижня.

Завдання 6.6. Сезонні коливання обсягів відпущеної теплоенергії в регіоні характеризується даними:

Місяць	тис. Гкал	Місяць	тис. Гкал.	Місяць	тис. Гкал.
1	69	5	14	9	11
2	62	6	8	10	29
3	60	7	8	11	58
4	31	8	9	12	72

Опишіть динаміку обсягів відпущеної теплоенергії моделлю гармонійного аналізу. Оцініть адекватність моделі.

Завдання 6.7. Реалізація плодоовочевих консервів характеризується такими даними (тис. ум. банок):

Рік	Квартал			
	1	2	3	4
1	8,6	9,0	5,4	9,2
2	9,4	9,9	5,8	9,8
3	10,5	11,2	6,3	10,4
4	10,8	11,5	6,7	11,3
5	11,6	12,4	7,2	12,5

Визначте прогнозні рівні реалізації плодоовочевих консервів на кожний квартал наступного року, скоригувавши їх на сезонність.

Завдання 6.8. Динаміку захворювання раком щитовидної залози у дітей (0—14 років), які проживають на забруднених радіонуклідами територіях, опишіть модифікованою експонентою:

Рік	Кількість хворих, чол.	Рік	Кількість хворих, чол.	Рік	Кількість хворих, чол.
1986	5	1990	20	1994	70
1987	7	1991	36	1995	75
1988	8	1992	50	1996	80
1989	10	1993	62	1997	78

Поясніть зміст параметрів моделі.

Завдання 6.9. Динаміка витрат на кінцеве споживання по рахунку сектора загальнодержавного управління характеризується даними:

Рік	1	2	3	4	5	6	7	8
У % до ВВП	16,5	17,4	18,0	19,4	21,3	21,8	22,6	23,9

Опишіть динаміку витрат на кінцеве споживання логістичною кривою, поясніть зміст параметрів.

Тести для перевірки знань

1. *Що таке прогнозування в економіці?*

а) концентроване вираження найсуттєвіших економічних взаємозв'язків досліджуваних об'єктів (процесів) у вигляді математичних функцій, нерівностей і рівнянь;

б) числовий метод дослідження систем і процесів за допомогою моделюючого алгоритму;

в) наукове визначення імовірнісних шляхів і результатів розвитку економічної системи;

г) абстракція реальної дійсності (світу), в якій відношення між реальними елементами замінені відношеннями між математичними категоріями.

2. *Який етап включає в себе прогнозування за допомогою методів екстраполяції?*

а) оцінку результатів моделювання;

б) фільтрацію вихідного часового ряду;

в) розробку комп'ютерних розрахунків;

г) логічний перерозподіл вихідних даних.

3. *Що таке трендова модель?*

а) економіко-математична динамічна модель в якій розвиток модельованої економічної системи відображається через тренд її основних показників;

б) сукупність елементів, що становлять одне ціле спрямоване на досягнення спільної трендової мети;

- в) сукупність способів і прийомів мислення, що дозволяють на основі аналізу вивести судження певної вірогідності;
- г) наукове визначення імовірнісних шляхів і результатів розвитку трендів.
4. Які етапи включає прогнозування за допомогою методів екстраполяції?
- а) дослідження циклічних змін;
 - б) аналіз об'єкту прогнозування;
 - в) підготовка вихідних даних;
 - г) фільтрація вихідного часового ряду.
5. Короткострокові, середньострокові та довгострокові—це види ...
- а) методів;
 - б) джерел варіації;
 - в) прогнозів;
 - г) часового ряду.
6. Як називаються кількісні або порядкові оцінки процесів чи явищ, які не піддаються безпосередньому вимірюванню та базуються на судженнях спеціалістів-експертів?
- а) експертні;
 - б) індивідуальні;
 - в) базисні;
 - г) колективні.
7. Що таке екстраполяція?
- а) продовження тенденцій, які встановлені минулому, на майбутній період;
 - б) знаходження проміжних величин динамічного ряду;
 - в) продовження тенденцій, які будуть встановлені в майбутньому;
 - г) сукупність елементів, що становлять одне ціле, спрямоване на досягнення спільної мети.
8. Які джерела варіації виділяють в економічних часових рядах?
- а) випадкові та невідповідні події;
 - б) тренд і циклічні зміни;
 - в) сезонні зміни та невідповідні події;
 - г) циклічні зміни та прогноз.
9. Який вид планування характеризується часовою ознакою?
- а) перспективне;
 - б) альтернативно-виробниче;
 - в) альтернативно-господарське;
 - г) жодне з названих.
10. Назвіть основний інструмент прогнозування
- а) Екстраполяція
 - б) Гіпотеза
 - в) Період упередження
 - г) Варіація моделі

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 7

БАГАТОФАКТОРНЕ ПРОГНОЗУВАННЯ

План

- 7.1. Особливості моделювання взаємозв'язаних динамічних рядів
- 7.2. Динамічна модель для сукупності об'єктів
- 7.3. Нелінійна регресія

Контрольні запитання для перевірки знань

1. Чим характеризується процес?
2. Що таке стратифікація?
3. Назвіть основні підходи до рішення прогностичних завдань.
4. Які бувають методи класифікації?
5. У чому полягає різниця у процесі дослідження однофакторних та багатфакторних процесів?
6. Наведіть приклад складного соціально-економічного процесу.
7. Які існують способи розробки прогнозів?
8. Назвіть основні класифікаційні ознаки прогнозів.
9. За якими ознаками поділяються методи прогнозування?
10. Перерахуйте основні принципи моделювання та прогнозування багатфакторних процесів.



Завдання для практичного виконання

Завдання 7.1. Попит на сталь за помісячними даними описується моделлю:

$$Y = 1,5 - 1,27 x_1 + 6,22 x_1 t + 4,65 x_2 - 0,03 t,$$

де y — млн. т проданої сталі;

x_1 — ціна сталі, центів за фунт;

x_2 — індекс промислового виробництва.

Поясніть зміст параметрів моделі. Який з параметрів відображає кон'юнктуру ринку, а який — спекулятивний елемент попиту?

Завдання 7.2. Модель особистого споживання за 1989—1999 рр. має вигляд:

$$Y = 240,1 + 0,72 x_t + 0,12 x_{t-1},$$

де y — середньодушове споживання, грн.;

x — середньодушовий дохід, грн.

Коефіцієнт детермінації становить 0,97; критерій Дарбіна-Ватсона — 2,24. Дайте інтерпретацію параметрів моделі, оцініть її адекватність.

Визначте прогнозний рівень середньодушового споживання в 2000 р. за умови, що в 1999 р. реальний середньодушовий дохід становив 2250 грн., а в 2000 р. дефльоване значення цього показника зростає на 10 %.

Завдання 7.3. Модель урожайності зернових культур у регіоні за 1990—1999 рр. має вигляд:

$$Y = 2,10 + 0,272 x_1 + 0,374 x_2 - 3,15 u + 0,210 t,$$

де x_1 – родючість землі, балів;

x_2 — кількість внесених добрив на 1 га, центнерів поживної речовини (ц п. р.);

u — метеорологічні умови року (для сприятливих років $u = 0$, для несприятливих — $u = 1$).

Коефіцієнт детермінації становить 0,72, коефіцієнт автокореляції залишкових величин $r_1 = 0,36$. Дайте інтерпретацію параметрів моделі, перевірте істотність автокореляції залишкових величин.

Визначте теоретичний рівень урожайності для несприятливого 1999 р., якщо відомо значення факторів: $x_1 = 65,1$ бала; $x_2 = 35$ ц п. р.

Визначте прогнозні рівні врожайності на 2000 р. :

— оптимістичний, для сприятливих метеорологічних умов;

— песимістичний, для несприятливих метеорологічних умов.

У 2000 р. передбачається збільшення кількості внесених добрив порівняно з 1999 р. на 5 %. Родючість землі ймовірно не зміниться.

Завдання 7.4. Динаміка військових витрат країни за даними 1989—1999 рр. описується моделлю:

$$Y = -23,463 + 0,87 y_{t-1} + 0,0215 x_{t-1},$$

де x — валовий національний продукт;

y — військові витрати.

Коефіцієнт детермінації становить 0,85, критерій Дарбіна-Ватсона — 1,72. Дайте інтерпретацію параметрів моделі, оцініть її адекватність.

Визначте прогнозні рівні військових витрат на 2000—2002 рр., якщо у 1999 р. валовий національний продукт становив 2310 млрд. дол. США, військові витрати — 133,2 млрд. дол. США. Очікуваний рівень валового національного продукту на 2000—2002 рр.:

Рік	2000	2001	2002
x	2346	2395	2412

Завдання 7.5. Моделі товарного імпорту (без нафти та нафтопродуктів) описуються параметрами:

Фактори	Коефіцієнти еластичності	
	1981—1990 рр.	1991—2000 рр.
Обсяг валового національного продукту	2,057	2,280
Співвідношення імпортних і внутрішніх цін	-0,228	-0,521
Індекс завантаженості виробничих потужностей	0,004	-0,297

Дайте економічну інтерпретацію параметрів моделі; порівняйте їх у часі. Зробіть висновки щодо перерозподілу впливу факторів.

Завдання 7.6. Залежність інфляції (динаміки споживчих цін) від темпів нарощування грошової маси (агрегат М0) описується функцією: $Y = 0,8x^{0,265}$.

Визначте очікуваний рівень інфляції, якщо грошову масу збільшити: а) на 10 %; б) на 20 %.

Завдання 7.7. За наведеними даними визначте темпи приросту ВВП кожної країни, оцініть вплив на динаміку ВВП екстенсивних та інтенсивних факторів.

Країна	Основні фонди		Трудові ресурси		λ
	Темп приросту	Еластичність	Темп приросту	Еластичність	
А	4,45	0,47	1,2	0,53	1,43
В	6,32	0,35	1,7	0,65	4,60

Завдання 7.8. За даними про темпи приросту та еластичність фондоозброєності праці в різних галузях промисловості визначте темпи приросту продуктивності праці, а також вплив на динаміку продуктивності праці екстенсивних та інтенсивних факторів.

Галузь промисловості	Еластичність фондоозброєності	Темп приросту фондоозброєності	λ
А	0,365	2,2	0,53
В	0,468	3,4	1,12
С	0,268	1,9	1,75

Завдання 7.9. За трирічними поквартальними даними восьми підприємств цементної промисловості побудовано модель продуктивності праці (виробництво цементу на одного робітника, т). Ознакову множину моделі формують: x_1 — коефіцієнт забезпеченості основними напівфабрикатами (клінкером) власного виробництва; x_2 — коефіцієнт використання календарного фонду робочого часу цементних печей; x_3 — погодинна продуктивність цементних млинів, т. Істотними виявилися параметри при структурних змінних: u_1 — цементно-шиферного комбінату; u_2 — цементно-гірничого комбінату. Коефіцієнт детермінації — 0,925. Параметри моделі становлять:

Ознака	Коефіцієнт регресії		
	факторної ознаки	структурної змінної	змінної динамічної взаємодії
x_1	-0,52	—	—
x_2	0,85	—	0,04
x_3	1,04	—	—
u_1	—	67,12	-4,32
u_2	—	-81,43	3,06

Поясніть зміст параметрів моделі. Зробіть специфікацію моделі для цементно-шиферного та цементно-гірничого комбінатів. Як Ви оцінюєте прогностні властивості моделі?

Тести для перевірки знань

1. *Точковий прогноз – це:*
 - а. Песимістичний прогноз.
 - б. Побудова регресійної залежності за заданими точками.
 - в. Визначення крайніх точок довірчого інтервалу для прогнозного значення залежної змінної.
 - г. Значення залежної змінної, обчислене за моделлю при заданому значенні пояснюючої змінної.
2. *Ідея методу експоненційного згладжування полягає в:*
 - а. Згладжуванні часового ряду ковзною середньою порядку 3.
 - б. Згладжуванні часового ряду ковзною середньою з експоненційними вагами.
 - в. Згладжуванні часового ряду ковзною середньою порядку 5.
 - г. Згладжуванні часового ряду ковзною середньою порядку 2.
3. *Як можна знайти точковий прогноз для залежної змінної в період $t=k$, маючи регресійне рівняння динаміки ?*
 - а. підставити значення $t = k$ у рівняння регресії
 - б. підставити значення $t = k - 1$ у рівняння регресії.
 - в. С. підставити значення $t = k + 1$ у рівняння регресії
4. *До систематичної компоненти часового ряду не відноситься:*
 - а. Тренд.
 - б. Сезонна компонента.
 - в. Циклічна компонента.
 - г. Випадкова компонента.
5. *Вкажіть у якій відповіді вказано правильно систематичні компоненти часового ряду:*
 - а. Тренд, сезонна і випадкова компоненти.
 - б. Тренд, випадкова і циклічна компоненти.
 - в. Тренд, сезонна і циклічна компоненти.
 - г. Сезонна, випадкова і циклічна компоненти.
6. *При згладжуванні часового ряду ковзною середньою порядку m відбувається втрата:*
 - а. $(m - 2)$ значень.
 - б. $(m + 1)$ значень.
 - в. m значень.
 - г. $(m - 1)$ значень.
7. *Який процес аналізу динаміки часового ряду прийнято називати ідентифікацією моделі?:*
 - а. Коригування рівнів динамічного ряду.
 - б. Визначення систематичних компонент динамічного ряду.
 - в. Розрахунок оцінок тих функцій, які входять у розкладення часового

- ряду.
- г. Підбір моделі, яка адекватно описує поведінку випадкової компоненти, і статистичне оцінювання параметрів цієї моделі.
8. Зв'язок між поточними та минулими значеннями рівнів рядувимірюється за допомогою:
- а. Коефіцієнта автокореляції.
 - б. Коефіцієнта парної кореляції.
 - в. Коефіцієнта часткової кореляції.
 - г. Коефіцієнта множинної кореляції.
9. Які з нижче приведених методів є методами виявлення тренду?:
- а. Перевірка різниць середніх рівнів і метод Крамера.
 - б. Метод Крамера і метод Ейткена.
 - в. Перевірка різниць середніх рівнів і метод Форстера—Стьюарта.
 - г. Метод Форстера—Стьюарта і метод Ейткена.
10. Аналітичні методи згладжування часових рядів реалізуються за допомогою:
- а. Регресійних та адаптивних методів.
 - б. Згладжувальних та адаптивних методів.
 - в. Регресійних та згладжувальних методів.
 - г. Методів згладжування по двох точках та простої ковзної середньої.

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 8

МОДЕЛЮВАННЯ ПРИЧИННИХ КОМПЛЕКСІВ

План

8.1. Структура взаємозв'язків і структурна форма моделі

8.2. Рекурентна модель

Контрольні запитання для перевірки знань

1. Наведіть основні класи економетричних моделей.
2. Перелічіть етапи побудови системи рівнянь.
3. Перелічіть типи змінних, що входять до системи рівнянь.
4. Наведіть типи систем рівнянь.
5. У чому відмінність між структурною та зведеною формами моделі?
6. У чому полягає ідентифікація моделі?
7. Поясніть, чому система одночасових рівнянь завжди є надідентифікованою.
8. На які групи діляться методи оцінки параметрів системи рівнянь?
9. Перелічіть етапи застосування КМНК.
10. Розкрийте особливість ДМНК.



Завдання для практичного виконання

Завдання 8.1. На підсумкову успішність студентів впливає три групи факторів:

а) соціально-демографічні характеристики: вік, стать, сімейний стан, соціальний статус та освіта батьків;

б) стартові умови: тип і місце закінчення середнього навчального закладу, рівень довузівської підготовки, форма підготовки до вступних іспитів (самостійно, з репетитором, підготовчі курси), мотиви вибору професії;

в) трудова активність студента: поточна успішність, пропуски, заняття спортом, підробітки.

За допомогою графа зв'язку опишіть структуру взаємовпливу факторів на підсумкову успішність студентів.

Завдання 8.2. Взаємозв'язок факторів, що впливають на результати роботи риболовецької флотилії за рік, подано матрицею суміжності: x_1 - вилов риби на одне судно; x_2 - кількість рейсів одного судна; x_3 - кількість підйомів трала на одне судно; x_4 - час чистого тралення; x_5 - тривалість знаходження судна на лові.

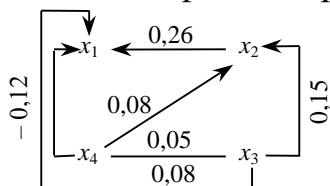
x_i	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5
x_1	0	0	1	1	0
x_2	0	0	0	0	0
x_3	0	1	0	0	1
x_4	0	0	1	0	1
x_5	0	1	0	0	0

Визначте прямі та опосередковані зв'язки, побудуйте мінімальний граф зв'язку та на його основі — систему рівнянь.

Завдання 8.3. На основі системи одночасних рівнянь класифікуйте показники на ендогенні та екзогенні, перевірте ідентифікованість рівнянь. У модель включено показники: x_1 - валовий внутрішній продукт; x_2 - основний капітал; x_3 - кількість зайнятих; x_4 - споживання населення; x_5 - індекс цін; x_6 - інвестиції в економіку; x_7 - грошова маса; x_8 - кредитна ставка; x_9 - курс національної валюти.

$$x_1 = f(x_2, x_3); \quad x_4 = f(x_1, x_5); \quad x_6 = f(x_1, x_{2-1}, x_8); \quad x_8 = f(x_1, x_7); \quad x_9 = f(x_1, x_8).$$

Завдання 8.4. На рисунку наведено фрагмент графа зв'язку рекурентної моделі рентабельності тваринництва: x_1 - % рентабельності; x_2 - вихід валової продукції на одну умовну голову худоби, грн.; x_3 - витрати кормів на умовну голову худоби, корм. од.; x_4 - затрати праці на умовну голову худоби, людиноднів. Над дугами наведено частинні коефіцієнти регресії.



Визначте повні ефекти впливу на рентабельність тваринництва витрат кормів і затрат праці.

Завдання 8.5. У таблиці наведено бета-коефіцієнти рекурентної моделі, яка описує залежність питомих витрат нафтопродуктів на транспорті (x_5). У модель включені фактори: x_1 - частка автомобільного транспорту в сумарному вантажообороті; x_2 - співвідношення вантажообороту автомобільного транспорту та ВВП; x_3 - споживання нафтопродуктів на одиницю ВВП; x_4 - частка світлих нафтопродуктів у загальному обсязі продукції нафтопереробки.

x_i	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5
x_1	1	0,56	—	0,43	0,16
x_2		1	0,27	—	0,24
x_3			1	0,18	-0,35
x_4				1	0,62
x_5					1

На основі частинних бета-коефіцієнтів рекурентної моделі обчисліть повні, поясніть їх зміст.

Тести для перевірки знань

- Фактори розрізняють:
 - кількісні та якісні;
 - лінійні та нелінійні;
 - прості та складні.
- Законами розподілу неперервних випадкових величин являються:
 - експоненціальний, Гауса, рівномірний ;
 - рівномірний, Пуассона, біноміальний;
 - Пірсона, Колмогорова, Джонсона;
 - Вейбулла, Пуассона, Лейбніца
 - поліноміальний, степеневий, тригонометричний.
- Мережі Петрі – ϵ

- a. засобом формального опису дискретних систем;
 - b. засобом аналітичного розрахунку динамічних систем;
 - c. складовою частиною мереж масового обслуговування.
4. Аналітичні моделі мереж масового обслуговування не можна застосовувати для систем, в яких:
- a. є розгалуження маршрутів;
 - b. є блокування маршрутів;
 - c. є обмеження на довжину черги;
 - d. закони розподілу випадкових величин експоненціальні.
5. Точність результатів імітаційного моделювання залежить від:
- a. кількості прогонів та часу моделювання;
 - b. кількості елементів в моделі та їх складності;
 - c. середнього значення результату;
 - d. значення критерію регулярності.
6. Розрізняють такі задачі моделювання:
- a. моделювання, управління, ідентифікації, оптимізації, прогнозування;
 - b. прості, складні та складені;
 - c. коректні та некоректні, визначувані та невизначувані, реальні та нереальні.
7. Мережа масового обслуговування складається з таких елементів:
- a. позиції, переходи, маркери;
 - b. комп'ютери, сервери, канали зв'язку;
 - c. вимоги, пристрої, черги.
8. Зовнішніми критеріями селекції моделей є
- a. критерій регулярності, критерій мінімуму зсуву;
 - b. критерій найменших квадратів, критерій завадостійкості;
 - c. критерій Фішера, критерій Ст'юдента.
9. Мережа Петрі складається з таких елементів:
- a. позиції, переходи, маркери;
 - b. комп'ютери, сервери, канали зв'язку;
 - c. вершини, дуги.
10. Математичний опис мережі Петрі здійснюється за допомогою таких матриць та векторів:
- a. матриця переходів, матриця суміжності, вектор фішкування;
 - b. матриця входів, матриця виходів, вектор маркірування;
 - c. вектор входів, вектор виходів, матриця змінювань.
11. Експериментальне дослідження системи проводиться з метою:
- a. дослідження впливу факторів;
 - b. перевірки правильності функціонування моделі;
 - c. вивчення теоретичних основ експериментальних досліджень;
12. Алгоритм імітації відтворює:
- a. процес функціонування моделі в часі;
 - b. розв'язання рівнянь динаміки моделі;
 - c. процес пошуку оптимальних значень моделі.

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 9

МОДЕЛЬ ГОЛОВНИХ КОМПОНЕНТ

План

- 9.1. Концепція методу головних компонент
- 9.2. Ідентифікація та вимірювання головних компонент

Контрольні запитання для перевірки знань

1. Суть методу факторного аналізу.
2. Що є основою для побудови факторної матриці?
3. Які існують етапи побудови головних компонент?
4. У чому сутність процедури варімакс (Varimax)?
5. Що таке матриця трансформація і від чого вона залежить?



Завдання для практичного виконання

Завдання 9.1. За результатами факторного аналізу властиві значення п'яти компонент становлять: $\lambda_j = 2,52; 1,12; 0,85; 0,42; 0,09$.

Виокремте головні компоненти. Яку частку сумарної дисперсії вони пояснюють?

Завдання 9.2. Для шести ознак маємо факторні навантаження двох компонент:

	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6
a_{i1}	0,62	0,78	0,85	0,90	0,66	0,93
a_{i2}	0,55	0,48	0,52	0,43	0,68	0,45

Визначте внесок кожної компоненти в сумарну дисперсію ознак.

Завдання 9.3. За результатами компонентного аналізу на семи показниках технічного стану підприємств виділено одну компоненту з дисперсією $\lambda = 5,2$ і властивим вектором $V = (0,90; 0,80; 0,74; 1,00; 0,82; 0,87; 0,96)$.

Визначте факторні навантаження кожного показника та оцініть адекватність моделі головних компонент.

Завдання 9.4. Компонентний аналіз розвитку соціальної інфраструктури міста здійснено за даними динамічних рядів показників: x_1 — забезпеченість населення міста житлом; x_2 — частка комплексно упорядженого житла; x_3 — забезпеченість телефонними апаратами на 1000 мешканців; x_4 — надання побутових послуг на 1000 мешканців; x_5 — обсяг роздрібного товарообороту на одного мешканця. Виокремлено дві головні компоненти, факторні навантаження яких становлять:

Факторне навантаження	Показник				
	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5
a_{i1}	0,72	0,68	0,59	0,44	0,37
a_{i2}	0,51	0,56	0,43	0,76	0,80

- а) Поясніть зміст факторних навантажень.
- б) Визначте внесок кожної компоненти в сумарну дисперсію.

в) З метою чіткішої інтерпретації виокремлених компонент проведіть факторне обертання проти годинникової стрілки на 30° .

г) Дайте економічну інтерпретацію компонент.

д) Оцініть адекватність моделі.

Завдання 9.5. Компонента, яку можна ідентифікувати як рівень економічного розвитку країн, навантажує п'ять різнобічних показників. За наведеними даними оцініть: а) повноту факторизації моделі; б) рівень економічного розвитку двох країн. Зробіть висновки.

Показник	Факторне навантаження	Нормовані значення показників	
		Країна А	Країна В
Тривалість життя	0,68	0,346	0,115
Рівень освіти	0,72	0,428	0,010
Зайнятість населення	0,77	0,166	0,180
Споживання електроенергії на душу населення	0,87	0,211	0,315
Вартість життя	0,92	-0,036	-0,136

Завдання 9.6. Кореляційна матриця характеризує взаємозв'язки показників експортного потенціалу країн: x_1 — ступінь відкритості економіки країни (співвідношення зовнішньоторговельного обороту і валового національного продукту); x_2 — експорт на душу населення; x_3 — частка спеціального експорту товарів вітчизняного виробництва та підданих переробці товарів іноземного виробництва; x_4 — збалансованість експорту та імпорту; x_5 — умови торгівлі (співвідношення індексів експортних та імпортних цін).

x_i	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5
x_1	1				
x_2	0,85	1			
x_3	0,92	0,95	1		
x_4	0,74	0,67	0,80	1	
x_5	0,83	0,78	0,76	0,93	1

Сформулюйте файл даних кореляційної матриці в модулі *Data Management* і за процедурами модуля *Factor Analysis*: а) визначте факторні навантаження на першу компоненту; б) оцініть рівень експортного потенціалу двох країн, для яких стандартизовані значення показників наведено в таблиці:

Країна	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5
А	0,66	0,35	0,60	0,29	0,42
Б	1,25	0,82	0,43	-0,15	0,37

Зробіть висновки.

Тести для перевірки знань

1. Метою тактичного планування експерименту є

а. визначення такту експерименту, необхідного для заданої точності

- експерименту;
 - в. дослідження модельного часу, що потрібний для визначення відгуку моделі;
 - с. визначення часу моделювання та кількості прогонів, що забезпечують задані точність та довірчу ймовірність визначення відгуку моделі.
2. При побудові алгоритму імітації дискретних систем використовується спосіб просування модельного часу, який називається:
- а. принцип дискретності t ;
 - в. принцип мінімакса;
 - с. принцип особливих станів.
3. Ідентифікація закону розподілу проводиться із застосуванням критерію
- а. мінімуму зсуву;
 - в. χ^2 -квадрат;
 - с. Фішера.
4. Розрізняють такі методи моделювання:
- а. аналітичне моделювання, імітаційне та математичне моделювання;
 - в. системне моделювання, дискретне та неперервне моделювання;
 - с. класичне моделювання, ускладнене та прогресивне моделювання.
5. Плани факторного експерименту бувають:
- а. повні та дробові;
 - в. загальні та залишкові;
 - с. прозорі та напівпрозорі.
6. Коефіцієнт екстраполяції при розрахунку критерію мінімуму зсуву потрібно брати в межах:
- а. від 0,3 до 1,0;
 - в. від 1 до 3 ;
 - с. від 3 до 7.
7. Метою стратегічного планування експериментів являється
- а. вивчення стратегії проведення експериментів;
 - в. дослідження впливу факторів;
 - с. побудова плану експерименту.
8. Обробку результатів факторного експерименту проводять;
- а. ідентичну;
 - в. статистичну;
 - с. регулярну.
9. Ідентифікація закону розподілу полягає у
- а. побудові гістограми частот;
 - в. генеруванні випадкових чисел за заданим законом розподілу;
 - с. визначенні закону розподілу та його параметрів.
10. Апроксимація функціональної залежності здійснюється
- а. методом найменших квадратів;
 - в. методом найбільших кубів;
 - с. методом точних коефіцієнтів.

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Вітлинський В.В. Моделювання економіки: навч. посіб. К.: КНЕУ, 2003. 408 с.
2. Моделі і методи соціально-економічного прогнозування: підручник / Геєць В. М., Клебанова Т. С., Черняк О. І. та інші. Вид. 2-ге виправ. Х.: ВД «ІНЖЕК», 2008. 396 с.
3. Герасименко С. С. , Головач А. В., Єріна А. М. та ін. Статистика. Вид. 2-ге вид., перероб. і доп. К.: КНЕУ, 2000. 467 с.
4. Економіко-статистичне моделювання: навч. посіб. / В.П. Кічор, Р. В. Фещур, А.І. Якимів, С. Б. Копитко; за ред. В.П. Кічора. Львів: Растр – 7, 2017. 350 с.
5. Єріна А. М. Статистичне моделювання та прогнозування: навч. посібн. К.: КНЕУ, 2001. 170 с.
6. Касьяненко В.О., Старченко Л.В. Моделювання та прогнозування економічних процесів. Конспект лекцій: Навч. Посіб. Суми: ВТД "Університетська книга", 2017. 185 с.
7. Пономаренко В.С., Малерець Л.М. Багатомірний аналіз соціально-економічних систем: навч. посіб. Харків: Вид-во ХНЕУ, 2009. 384 с.
8. Присенко Г.В. Равікович Є.І. Прогнозування соціально-економічних процесів: Навч. посіб. К.: КНЕУ, 2005. 378 с.
9. Прогнозування соціально–економічних процесів: навч. посіб. / Т.С. Клебанова, В.А. Курзенєв, В.М. Наумов та ін. Харків: ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2015. 656 с.
10. Статистика. Навчальний посібник / Під ред. д.е.н., професора Раєвньої О.В. Харків: Вид. ХНЕУ, 2010. 520 с.

ДОДАТКИ

Додаток 1

Функція нормального розподілу $F_x = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^z e^{-\frac{z^2}{2}} dz$.

z	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,0	0,500	504	508	512	516	520	524	528	532	536
0,1	540	544	548	552	556	560	564	567	571	575
0,2	580	583	587	591	595	599	603	606	610	614
0,3	618	622	626	629	633	637	641	644	648	652
0,4	655	659	663	666	670	674	677	681	684	688
0,5	691	695	698	702	705	709	712	716	719	722
0,6	726	729	732	736	739	742	745	749	752	755
0,7	758	761	764	767	770	773	776	779	782	785
0,8	788	791	794	797	800	802	805	808	811	813
0,9	816	819	821	824	826	829	831	834	836	839
1,0	841	844	846	849	851	853	855	858	860	862
1,1	864	867	869	871	873	875	877	879	881	883
1,2	885	887	889	891	893	894	896	898	900	901
1,3	903	905	907	908	910	911	913	915	916	918
1,4	919	921	922	924	925	926	928	929	931	932
1,5	933	934	936	937	938	939	941	942	943	944
1,6	945	946	947	948	950	951	952	953	954	954
1,7	955	956	957	958	959	960	961	962	962	963
1,8	964	965	966	966	967	968	969	969	970	971
1,9	971	972	973	973	974	974	975	976	976	977
2,0	977	978	978	979	979	980	980	981	981	982
2,1	982	983	983	983	984	984	985	985	985	986
2,2	986	986	987	987	987	988	988	988	989	989
2,3	989	990	990	990	990	991	991	991	991	992
2,4	992	992	992	992	993	993	993	993	993	994
2,5	994	994	994	994	994	995	995	995	995	995
2,6	995	995	996	996	996	996	996	996	996	996
2,8	997	998	998	998	998	998	998	998	998	998
2,9	998	998	998	998	998	998	998	999	999	999

Додаток 2

Критичні значення $\chi_{1-\alpha}(k)$

k	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$\alpha = 0,10$	2,71	4,61	6,25	7,78	9,24	10,64	12,02	13,36	14,68	15,99	17,28
$\alpha = 0,05$	3,84	5,99	7,81	9,49	11,07	12,59	14,07	15,51	16,92	18,31	19,67

Критичні значення критерію Колмогорова-Смирнова

Обсяг вибірки n	$\alpha = 0,10$	$\alpha = 0,05$	Обсяг вибірки n	$\alpha = 0,10$	$\alpha = 0,05$
5	0,510	0,563	15	0,304	0,338
6	470	521	16	295	328
7	438	486	17	286	318
8	411	457	18	278	309
9	388	432	19	272	301
10	368	409	20	264	294
11	352	391	25	240	264
12	338	375	30	220	242
13	325	361	n > 30	1,22	1,36
14	314	349		$\frac{1,22}{\sqrt{n}}$	$\frac{1,36}{\sqrt{n}}$

Критичні значення критерію Граббса T_n

№ спостереження	$\alpha = 0,05$	$\alpha = 0,10$	№ спостереження	$\alpha = 0,05$	$\alpha = 0,10$
3	1,41	1,41	15	2,49	2,33
4	1,69	1,65	16	2,52	2,35
5	1,87	1,79	17	2,55	2,38
6	2,00	1,89	18	2,58	2,40
7	2,09	1,97	19	2,60	2,43
8	2,17	2,04	20	2,62	2,45
9	2,24	2,10	21	2,64	2,47
10	2,29	2,15	22	2,66	2,49
11	2,34	2,19	23	2,68	2,50
12	2,39	2,23	24	2,70	2,52
13	2,43	2,26	25	2,72	2,54
14	2,46	2,30	26	2,73	2,55

Значення Z^* для оцінювання довірчих меж прогнозу (лінійний тренд)

n	v			n	v		
	1	2	3		1	2	3
5	1,366	1,524	1,702	10	1,211	1,270	1,335
7	1,309	1,427	1,558	11	1,191	1,239	1,293
8	1,267	1,358	1,459	12	1,174	1,215	1,260
9	1,236	1,308	1,389				

Додаток 5

**Квантилі t -розподілу Стьюдента $t_{1-0,05}(k)$: $|t|$ — двосторонній критерій;
 t — односторонній критерій**

k	t	t	k	t	t
5	2,57	3,04	18	2,10	2,17
6	2,45	2,78	20	2,09	2,15
7	2,37	2,62	25	2,06	2,11
8	2,31	2,51	30	2,05	2,08
9	2,26	2,43	40	2,02	2,05
10	2,23	2,37	50	2,01	2,03
11	2,20	2,33	60	2,00	2,02
12	2,18	2,29	100	1,98	1,99
14	2,15	2,24	∞	1,96	1,96
16	2,12	2,20			

Додаток 7

Критичні значення циклічного коефіцієнта автокореляції ($\alpha = 0,05$)

n	Додатні значення	Від'ємні значення	n	Додатні значення	Від'ємні значення
5	0,253	-0,753	20	0,299	-0,399
6	0,345	-0,708	25	0,276	-0,356
7	0,370	-0,674	30	0,257	-0,356
8	0,371	-0,625	35	0,242	-0,300
9	0,366	-0,593	40	0,229	-0,279
10	0,360	-0,564	50	0,208	-0,248
11	0,353	-0,539	60	0,191	-0,225
12	0,348	-0,516	70	0,178	-0,207
13	0,341	-0,497	80	0,170	-0,195
14	0,335	-0,479	90	0,161	-0,184
15	0,328	-0,462	100	0,154	-0,174

Критичні значення критерію Дарбіна-Ватсона

n	Кількість факторів											
	m = 1		m = 2		m = 3		m = 4		m = 5		m = 6	
	dL	dU	dL	dU	dL	dU	dL	dU	dL	dU	dL	dU
6	0,61	1,40										
7	0,70	1,36	0,47	1,90								
8	0,76	1,33	0,56	1,78	0,37	2,29						
9	0,82	1,32	0,63	1,70	0,46	2,13	0,30	2,59				
10	0,88	1,32	0,70	1,64	0,53	2,02	0,38	2,41	0,24	2,82		
11	0,93	1,32	0,76	1,60	0,60	1,93	0,44	2,28	0,32	2,65	0,12	2,89
12	0,97	1,33	0,81	1,58	0,66	1,86	0,51	2,18	0,38	2,51	0,16	2,67
13	1,01	1,34	0,86	1,56	0,72	1,82	0,57	2,09	0,45	2,39	0,21	2,49
14	1,05	1,35	0,91	1,55	0,77	1,78	0,63	2,03	0,51	2,30	0,26	2,35
15	1,08	1,36	0,95	1,54	0,81	1,75	0,69	1,98	0,56	2,22	0,30	2,24
16	1,11	1,37	0,98	1,54	0,86	1,73	0,73	1,94	0,62	2,16	0,35	2,15
18	1,16	1,39	1,05	1,54	0,93	1,70	0,82	1,87	0,71	2,06	0,44	2,02
20	1,20	1,41	1,10	1,54	1,00	1,68	0,89	1,83	0,79	1,99	0,52	1,92
22	1,24	1,43	1,15	1,54	1,05	1,66	0,96	1,80	0,86	1,94	1,57	1,85
25	1,29	1,45	1,21	1,55	1,12	1,65	1,04	1,77	0,95	1,89	1,68	1,78
28	1,33	1,48	1,26	1,56	1,18	1,65	1,10	1,75	1,03	1,85	0,76	1,73
32	1,37	1,50	1,31	1,57	1,24	1,65	1,18	1,73	1,11	1,82	0,86	1,69
35	1,40	1,52	1,34	1,58	1,28	1,65	1,22	1,73	1,16	1,80	0,91	1,67
40	1,44	1,54	1,39	1,60	1,34	1,66	1,29	1,72	1,23	1,79	1,00	1,64
45	1,48	1,57	1,43	1,62	1,38	1,67	1,34	1,72	1,29	1,78	1,07	1,64
50	1,50	1,59	1,46	1,63	1,42	1,67	1,38	1,72	1,34	1,77	1,12	1,64
60	1,55	1,62	1,51	1,65	1,48	1,69	1,44	1,73	1,41	1,77	1,21	1,64
70	1,58	1,64	1,55	1,67	1,53	1,70	1,49	1,74	1,46	1,77	1,28	1,65
80	1,61	1,66	1,59	1,69	1,56	1,72	1,53	1,74	1,51	1,77	1,34	1,65
90	1,64	1,68	1,61	1,70	1,59	1,73	1,57	1,75	1,54	1,78	1,38	1,66
100	1,65	1,69	1,63	1,72	1,61	1,74	1,59	1,76	1,57	1,78	1,42	1,67
150	1,72	1,75	1,71	1,76	1,69	1,77	1,68	1,79	1,67	1,80	1,54	1,71
200	1,76	1,78	1,75	1,79	1,74	1,80	1,73	1,81	1,72	1,82	1,61	1,74

Значення синусів і косинусів для 1—4 гармонік

Місяць	Радіанна міра	Гармоніка							
		перша		друга		третя		четверта	
		sin	cos	sin	cos	sin	cos	sin	cos
1	0	0	1	0	1	0	1	0	1
2	$\pi/6$	0,5	0,866	0,866	0,5	1	0	0,866	-0,5
3	$\pi/3$	0,866	0,5	0,866	-0,5	0	-1	-0,866	-0,5
4	$\pi/2$	1	0	0	-1	-1	0	0	1
5	$2\pi/3$	0,866	-0,5	-0,866	-0,5	0	1	0,866	-0,5
6	$5\pi/6$	0,5	-0,866	-0,866	0,5	1	0	-0,866	-0,5
7	π	0	-1	0	1	0	-1	0	1
8	$7\pi/6$	-0,5	-0,866	0,866	0,5	-1	0	0,866	-0,5
9	$4\pi/3$	-0,866	-0,5	0,866	-0,5	0	1	-0,866	-0,5
10	$3\pi/2$	-1	0	0	-1	1	0	0	1
11	$5\pi/3$	-0,866	0,5	-0,866	-0,5	0	-1	0,866	-0,5
12	$11\pi/6$	-0,5	0,866	-0,866	0,5	-1	0	-0,866	-0,05

Додаток 10

Квантилі F -розподілу ($\alpha = 0,05$)

k2	k1									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5	6,61	5,79	5,41	5,19	5,05	4,95	4,88	4,82	4,77	4,74
6	5,99	5,14	4,76	4,53	4,39	4,28	4,21	4,15	4,10	4,06
7	5,59	4,74	4,35	4,12	3,97	3,87	3,79	3,73	3,68	3,64
8	5,32	4,46	4,07	3,84	3,69	3,59	3,50	3,44	3,39	3,35
9	5,12	4,26	3,86	3,63	3,48	3,37	3,29	3,23	3,18	3,14
10	4,96	4,10	3,71	3,48	3,33	3,22	3,14	3,07	3,02	2,98
11	4,84	3,98	3,59	3,36	3,20	3,09	3,01	2,95	2,90	2,85
12	4,75	3,89	3,49	3,26	3,11	3,00	2,91	2,85	2,80	2,75
13	4,67	3,81	3,41	3,18	3,03	2,92	2,83	2,77	2,71	2,67
14	4,60	3,74	3,34	3,11	2,96	2,85	2,76	2,70	2,65	2,60
15	4,54	3,68	3,29	3,06	2,90	2,79	2,71	2,64	2,59	2,54
16	4,49	3,63	3,24	3,01	2,85	2,74	2,66	2,59	2,54	2,49
18	4,41	3,55	3,16	2,93	2,77	2,66	2,58	2,51	2,46	2,41
20	4,35	3,49	3,10	2,87	2,71	2,60	2,51	2,45	2,39	2,35
22	4,30	3,44	3,05	2,82	2,66	2,55	2,46	2,40	2,34	2,30
24	4,26	3,40	3,01	2,78	2,62	2,51	2,42	2,36	2,30	2,25
26	4,23	3,37	2,98	2,74	2,59	2,47	2,39	2,32	2,27	2,22
28	4,20	3,34	2,95	2,71	2,56	2,45	2,36	2,29	2,24	2,19
30	4,17	3,32	2,92	2,69	2,53	2,42	2,33	2,27	2,21	2,16
40	4,08	3,23	2,84	2,61	2,45	2,34	2,25	2,18	2,12	2,08
60	4,00	3,15	2,76	2,53	2,37	2,25	2,17	2,10	2,04	1,99
120	3,92	3,07	2,68	2,45	2,29	2,17	2,09	2,02	1,96	1,91
∞	3,84	3,00	2,60	2,37	2,21	2,10	2,01	1,94	1,88	1,83

Критичні значення коефіцієнта детермінації R^2 і кореляційного відношення η^2 для рівня істотності $\alpha = 0,05$

k2 / k1	1	2	3	4	5
5	0,569	699	764	806	835
6	500	632	704	751	785
7	444	575	651	702	739
8	399	527	604	657	697
9	362	488	563	618	659
10	332	451	527	582	624
12	283	394	466	521	564
14	247	348	417	471	514
16	219	312	378	429	477
18	197	283	345	394	435
20	179	259	318	364	404
24	151	221	273	316	353
28	130	193	240	279	314
32	115	171	214	250	282
36	102	153	192	226	256
40	093	139	176	207	234
50	075	113	143	170	194
60	063	095	121	144	165
80	047	072	093	110	127
100	038	058	075	090	103
120	032	049	063	075	087
200	019	030	038	046	053

Цвігун Інна Анатоліївна

Економіко-статистичне моделювання

Методичні рекомендації для практичних занять

для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальностей 073 «Менеджмент», 076 «Підприємництво, торгівля та біржова діяльність», 281 «Публічне управління та адміністрування»

Друкується в авторській редакції

Підписано до друку _____ р. Формат 30 × 42/4.
Папір офсетний. Ризографія. Авт. арк. ____.
Обл.–вид. арк. ____ . Ум.д.а. 1,8 Тираж _0 прим. Зам._____.

Підготовлено до друку та видруковано
у Закладі вищої освіти «Подільський державний університеті».
32300, Кам'янець-Подільський, вул. Шевченка, 13