

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ СЕМЕНА КУЗНЕЦЯ**

МОДЕЛЮВАННЯ ІННОВАЦІЙНО- ЛОГІСТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ

**Методичні рекомендації
до лабораторних робіт
та самостійної роботи студентів
спеціальності 073 "Менеджмент"
другого (магістерського) рівня**

**Харків
ХНЕУ ім. С. Кузнеця
2019**

УДК 005.591.6:330.44(07.034)

M74

Укладачі: Г. В. Строкович
Г. В. Верещагіна

Затверджено на засіданні кафедри менеджменту, логістики та економіки.
Протокол № 9 від 02.04.2019 р.

Самостійне електронне текстове мережеве видання

М74 **Моделювання** інноваційно-логістичних процесів [Електронний ресурс] : методичні рекомендації до лабораторних робіт та самостійної роботи студентів спеціальності 073 "Менеджмент" другого (магістерського) рівня / уклад. Г. В. Строкович, Г. В. Верещагіна. – Харків : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2019. – 49 с.

Подано методичні рекомендації для проведення лабораторних занять та самостійної роботи студентів. Уміщено завдання та приклади їхнього вирішення із метою розвитку професійних компетентностей, якими має володіти студент після вивчення дисципліни.

Рекомендовано для студентів спеціальності 073 "Менеджмент" другого (магістерського) рівня.

УДК 005.591.6:330.44(07.034)

© Харківський національний економічний
університет імені Семена Кузнеця, 2019

Вступ

Розвиток економіки України пов'язано з розбудовою її структурно-інноваційної моделі. Тому особливого значення набуває створення умов для ефективного управління інноваціями та логістикою, формування інноваційного потенціалу. Ефективне управління інноваціями та логістикою вимагає від фахівців формування професійних компетенцій з інноваційного менеджменту та логістики, зокрема моделювання інноваційно-логістичних процесів.

Вивчення навчальної дисципліни "Моделювання інноваційно-логістичних процесів" дає змогу набувати компетентностей, необхідних для практичної реалізації менеджменту інноваційної та логістичної діяльності економічних систем і підприємств із обґрунтуванням оптимальності ухвалення рішень.

Для поглиблення знань студентів, формування вмінь і навичок, контролю за засвоєнням студентами матеріалу, що вивчають, передбачено проведення лабораторних занять та самостійної роботи студентів.

Лабораторне заняття – це форма навчального заняття, за якої викладач організовує детальний розгляд окремих теоретичних положень навчальної дисципліни і формує вміння та навички їхнього практичного застосування шляхом індивідуального виконання студентом сформульованих завдань. Проведення таких занять ґрунтується на попередньо підготовленому методичному матеріалі – тестах для виявлення ступеня оволодіння необхідними теоретичними положеннями, наборі завдань різного рівня складності для виконання їх на занятті. Воно містить проведення попереднього контролю знань, умінь і навичок студентів, постановку загальної проблеми викладачем та її обговорення за участю студентів, виконання завдань із їхнім обговоренням, виконання контрольних завдань, їхню перевірку, оцінювання.

Самостійна робота студента (СРС) – це форма організації навчального процесу, за якої заплановані завдання виконуються студентом самостійно під методичним керівництвом викладача. Метою самостійної роботи студента в межах навчальної дисципліни є засвоєння в повному обсязі навчальної програми та формування у студентів загальних і професійних компетентностей, які відіграють суттєву роль у становленні майбутнього спеціаліста. У ході самостійної роботи студент має перетворитися на активного учасника навчального процесу, навчитися свідомо

ставитися до оволодіння теоретичними і практичними знаннями, вільно орієнтуватися в інформаційному просторі, нести індивідуальну відповідальність за якість власної освітньо-наукової діяльності.

СРС у межах навчальної дисципліни містить:

опрацювання лекційного матеріалу;

опрацювання та вивчення рекомендованої літератури, основних термінів та понять за темами дисципліни;

поглиблене опрацювання окремих лекційних тем або питань;

пошук (підбір) та огляд літературних джерел за заданою проблематикою дисципліни;

підготовку до контрольних робіт та інших форм поточного контролю;

систематизацію вивченого матеріалу з метою підготовки до заліку.

Лабораторні завдання

Лабораторна робота 1

Сутність та зміст моделювання інноваційно-логістичних процесів

Завдання: Етапи моделювання, особливості моделювання інноваційно-логістичних процесів.

Ринок продукції представлено фірмами А, В, С. Припустимо, що загальний обсяг місячного ринку (V) дорівнює 1 200 000 од. товару. Покупки здійснюються в середньому один раз на місяць. Дані опитування (N) 2 000 споживачів наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Кількість переходів від споживання продукції однієї фірми до споживання продукції іншої фірми*

Від споживання продукції фірми	До споживання продукції фірми		
	А	В	С
А	800	576	224
В	57	189	54
С	45	28	27

* До випуску інноваційної продукції фірми В на ринок.

Чистий прибуток фірми В від продажу 1 тис. од. продукції оптовим закупникам становить 4 тис. ум. од. Після проведення у другому місяці фірмою В тестування реалізації на міні-ринку інноваційної продукції, зафіксовані дані, які наведено в табл. 2, 3.

Оцінити доцільність виробництва і реалізації інноваційної продукції фірмою В у масштабах загального ринку, якщо фірма В планує випустити інноваційну продукцію на ринок з третього місяця досліджуваного періоду. Сума витрат на впровадження у виробництво інноваційної продукції становить 3 000 тис. ум. од.

Таблиця 2

Кількість переходів від споживання продукції однієї фірми до споживання продукції іншої фірми за результатами опитування контрольної групи споживачів*

Від споживання продукції фірми:	До споживання продукції фірми		
	А	В	С
А	148	518	74
В	119	1530	51
С	84	224	252

* після тестування інноваційної продукції фірми В на міні-ринку

Таблиця 3

Кількість переходів від споживання продукції однієї фірми до споживання продукції іншої фірми за результатами опитування контрольної групи споживачів*

(для виконання студентами завдання за варіантами)

Від споживання продукції фірми	До споживання продукції фірми		
	А	В	С
А	1 варіант	2 варіант	3 варіант
В	4 варіант	5 варіант	6 варіант
С	7 варіант	8 варіант	9 варіант

Для 0 варіанта дані табл. 2 використовуються в незмінному вигляді; для інших – 500 додається в клітинку, позначену номером варіанта.

Порядок виконання завдання

1. Визначимо загальну суму переходів від одного виду продукції до іншого за рядками і стовпцями. Ця сума складе $N = 2\ 000$ (табл. 4).

2. На основі вихідних даних, наведених у табл. 1, необхідно побудувати квадратну матрицю ймовірностей переходу споживачів від споживання товарів однієї фірми до споживання товарів іншої фірми (P) до проведення рекламної кампанії і тестування на мініринку. До того ж визначити вектор початкових ймовірностей Z (0).

Таблиця 4

Вихідні дані

Від споживання продукції фірми	До споживання продукції фірми			Сума за рядками
	A	B	C	
A	800	576	224	1 600
B	57	189	54	300
C	45	28	27	100
Сума за стовпцями	902	793	305	2 000

У табл. 5 наведено всі оцінки ймовірностей переходу, обчислені за даними табл. 1.

Таблиця 5

Ймовірності зміни поведінки споживачів*

Від споживання продукції фірми	До споживання продукції фірми		
	A	B	C
A	0,5	0,36	0,14
B	0,19	0,63	0,18
C	0,45	0,28	0,27

* До випуску інноваційної продукції фірми B на ринок.

Наведені в табл. 5 ймовірності, називаються марківськими перехідними ймовірностями, які формують квадратну матрицю ймовірностей переходів P. Матриця відповідає числу можливих переходів P_{ij} .

Початкові ймовірності $Z_j(0)$ отримані шляхом ділення сум за рядками на загальну суму відповідей споживачів продукції: $Z_A(0) = 1600 : 2000 = 0,8$; $Z_B(0) = 300 : 2000 = 0,15$; $Z_C(0) = 100 : 2000 = 0,05$.

Ці ймовірності становлять питому вагу продажу товарів фірм А, В та С на загальному ринку у місяці, який передував спостереженню. Водночас повинні виконуватися такі умови:

$$0 \leq p_{ij}(0) \leq 1; 0 \leq z_j(0) \leq 1; (i, j = 1, 2, \dots, m); \sum_{j=1}^m p_{ij} = 1; \sum_{j=1}^m z_j(0) = 1.$$

На наступному кроці необхідно здійснити прогноз зміни обсягів продажу товарів фірм А, В та С у часі за умови, що:

а) інноваційна продукція фірми В не буде реалізовуватися на загальному ринку.

Визначення зміни питомої ваги продажів продукції фірм А, В та С у часі за місяцями здійснюється за формулою:

$$Z(t) = Z(0) \times P^t, \quad (1)$$

де $Z(t) = (z_1(t), z_2(t), \dots, z_m(t))$ – матриця-рядок безумовних ймовірностей після t кроків марківського процесу;

$t = 1, 2, 3, \dots$ – період часу, для якого здійснюється прогноз (у завданні – місяці).

Під час розрахунку за цією формулою отримаємо такі значення безумовних ймовірностей (табл. 6).

Таблиця 6

Вихідні дані

$Z(0)$	$Z(1)$ – 1 міс.	$Z(2)$ – 2 міс.	$Z(3)$ – 3 міс.	$Z(4)$ – 4 міс.	$Z(5)$ – 5 міс.	$Z(6)$ – 6 міс.	$Z(7)$ – 7 міс.	$Z(8)$ – 8 міс.	$Z(9)$ – 9 міс.
0,80	0,451	0,369	0,350	0,346	0,345	0,344	0,344	0,344	0,344
0,15	0,397	0,455	0,469	0,472	0,473	0,473	0,473	0,473	0,473
0,05	0,153	0,176	0,181	0,182	0,183	0,183	0,183	0,183	0,183

$Z(1) = Z(0) \times P^2 = (0,451; 0,397; 0,153)$; $Z(2) = Z(0) \times P^2 = (0,369; 0,455; 0,176)$; $Z(3) = Z(0) \times P^3 = (0,35; 0,469; 0,181)$; $Z(4) = Z(0) \times P^4 = (0,346; 0,472; 0,182)$; $Z(5) = Z(0) \times P^5 = (0,345; 0,473; 0,183)$; $Z(6) = Z(0) \times P^6 = (0,344; 0,473; 0,183)$; $Z(7) = Z(0) \times P^7 = (0,344; 0,473; 0,183)$; $Z(8) = Z(0) \times P^8 = (0,344; 0,473; 0,183)$; $Z(9) = Z(0) \times P^9 = (0,344; 0,473; 0,183)$.

Економічний зміст отриманих результатів полягає у тому, що у другому місяці в асортиментній структурі на ринку 36,9 % повинно бути подано продукцією фірми А; 45,5 % – продукцією фірми В та 17,6 % – продукцією фірми С. У третьому місяці, відповідно, 35,0 % (А), 46,09 % (В), 18,1 % (С) і так далі. Для оцінювання прогнозованих значень обсягів продажу продукції трьох фірм на ринку необхідно значення безумовних ймовірностей за кожним місяцем ($Z_j(t)$) помножити на загальний обсяг ринку V (за умовами завдання він дорівнює 1 200 000):

$$V_{прj}(t) = V(t) \times z_j(t), \quad (2)$$

де $V_{прj}(t)$ – обсяг продажу, що прогнозується у t -му періоді для продукції j -ї фірми;

$V(t)$ – загальний обсяг ринку однорідної продукції у t -му періоді;

$Z_j(t)$ – безумовна ймовірність переходу від споживання продукції однієї фірми до іншої у t -му періоді.

Результати розрахунків прогнозів обсягів продажу продукції фірм А, В та С наведено в табл. 7.

Таблиця 7

Прогнози обсягів продажу продукції без введення на ринок інноваційної продукції фірми В

Фірма	Прогнози обсягів продажу продукції за місяцями, од. продукції								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
А	541 200	443 352	420 252	414 760	413 448	413 134	413 058	413 040	413 036
В	475 800	545 826	562 507	566 497	567 455	567 685	567 740	567 753	567 757
С	183 000	210 822	217 239	218 741	219 096	219 180	219 200	219 205	219 206

б) інноваційна продукція фірми В буде реалізовуватися на загальному ринку.

На основі вихідних даних, отриманих після тестування мініринку, наведених у табл. 2, необхідно побудувати ще одну квадратну матрицю ймовірностей переходу споживачів від споживання товарів однієї фірми до споживання товарів іншої фірми (P) з урахуванням того, що інноваційна продукція фірми В буде реалізована на загальному ринку. Оскільки її виведення на ринок планується за умовами завдання з третього місяця, то як вектор початкових ймовірностей $Z'(0)$ необхідно прийняти $Z(2)$ із попередніх розрахунків (із табл. 6).

У табл. 8 наведено всі оцінки ймовірностей переходу за умови виведення на ринок інноваційної продукції фірми В, обчислені за даними табл. 2.

Таблиця 8

Ймовірності зміни поведінки споживачів

Від споживання продукції фірми	До споживання продукції фірми		
	А	В	С
А	0,2	0,7	0,1
В	0,07	0,9	0,03
С	0,15	0,40	0,45

* Після виведення інноваційної продукції фірми В на ринок.

З урахуванням того, що за $Z'(0)$ було прийнято значення $Z(2)$ із табл. 6, то прогнозовані значення безумовних ймовірностей під час введення інноваційної продукції фірми В на ринок подано в табл. 9. Ці значення відображаються для місяців, починаючи з третього і т. д. Як нову матрицю (P'), на яку помножимо вектор $Z'(0)$, приймемо матрицю із табл. 8.

Таблиця 9

Вихідні дані

$Z'(0) = Z(2)$	$Z'(1) -$ 3 міс.	$Z'(2) -$ 4 міс.	$Z'(3) -$ 5 міс.	$Z'(4) -$ 6 міс.	$Z'(5) -$ 7 міс.	$Z'(6) -$ 8 міс.	$Z'(7) -$ 9 міс.
0,369	0,132	0,098	0,090	0,088	0,087	0,086	0,086
0,455	0,738	0,809	0,834	0,844	0,848	0,850	0,851
0,176	0,130	0,094	0,076	0,068	0,065	0,063	0,063

$Z'(1) = Z'(0) \times P'^1 = (0,132, 0,738, 0,130)$; $Z'(2) = Z'(0) \times P'^2 = (0,098, 0,809, 0,094)$; $Z'(3) = Z'(0) \times P'^3 = (0,090, 0,834, 0,076)$; $Z'(4) = Z'(0) \times P'^4 = (0,088, 0,844, 0,068)$; $Z'(5) = Z'(0) \times P'^5 = (0,087, 0,848, 0,065)$; $Z'(6) = Z'(0) \times P'^6 = (0,086, 0,850, 0,063)$; $Z'(7) = Z'(0) \times P'^7 = (0,086, 0,851, 0,063)$.

Результати розрахунків прогнозних значень обсягів продажу V' продукції фірм А, В та С за умови виведення на ринок інноваційної продукції фірмою В наведено в табл. 10.

Таблиця 10

Прогнози обсягів продажу продукції з урахуванням введення на ринок інноваційної продукції фірми В

Фірма	Прогнози обсягів продажу продукції за місяцями, од. продукції						
	3	4	5	6	7	8	9
А	158 460,00	117 055,80	108 216,15	105 383,15	104 258,14	103 778,20	103 569,36
В	885 840,00	970 458,00	1 000 345,74	1 012 637,72	1 017 933,80	1 020 244,34	1 021 255,63
С	155 700,00	112 486,20	91 438,11	81 979,14	77 808,06	75 977,45	75 175,00

Зіставити витрати на впровадження інноваційної продукції для фірми В з очікуваним додатковим прибутком і зробити висновки щодо доцільності виведення інноваційної продукції фірми В на загальний ринок.

На наступному кроці розрахунки здійснюються тільки для фірми В.

Доцільно побудувати графіки прогнозних значень обсягів продажу продукції фірми В за місяцями за двох умов: без виведення на ринок інноваційної продукції та з урахуванням виведення на ринок інноваційної продукції (рис. 1).

Маючи за кожним місяцем (починаючи з третього місяця) прогнозні значення обсягів продажу продукції фірми В для двох умов: без виведення на ринок інноваційної продукції та з урахуванням виведення на ринок інноваційної продукції, можна розрахувати різницю в обсягах продажів для фірми В за кожним місяцем (табл. 11).

Прогнозні значення обсягів продажу продукції фірми В

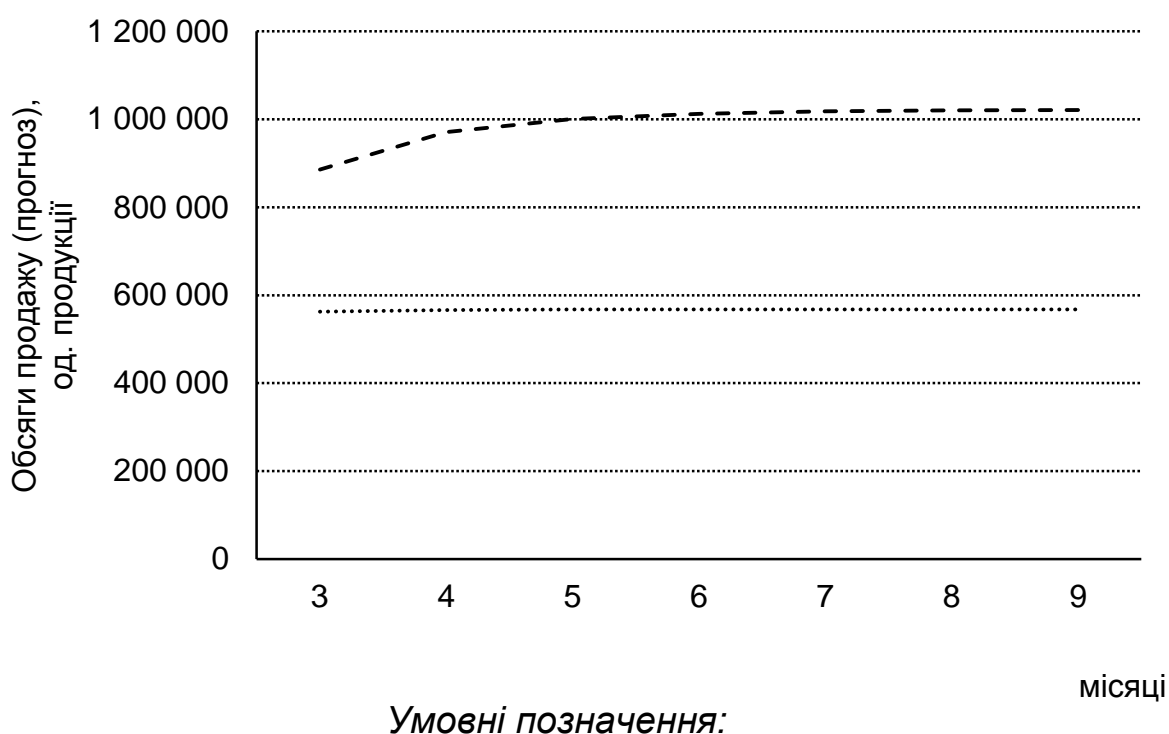


Рис. 1. Прогнозні обсяги продажу продукції фірми В за двох умов: без виведення на ринок інноваційної продукції та з урахуванням виведення на ринок інноваційної продукції

За умовами завдання чистий прибуток фірми В від продажу 1 тис. од. продукції оптовим закупникам становить 4 тис. ум. од. Таким чином, визначивши загальну суму, одержану від додатково реалізованої фірмою В продукції, можна розрахувати додатково отриманий цією фірмою прибуток:

$$2\,961\,318 / 1000 \times 4\,000 = 11\,845\,274 \text{ (грн).}$$

За умовами завдання витрати на впровадження та реалізацію інноваційної продукції фірмою В складають 3 000 000 грн, отже, можна зробити висновок про доцільність виведення фірмою інноваційної продукції.

Вихідні дані

Місяці	3	4	5	6	7	8	9	Усього
Прогноз обсягів продажу продукції фірми В без впровадження інноваційної продукції на ринок, од. продукції	562 507,26	566 497,8	567 455,08	567 685,17	567 740,54	567 753,87	567 757,09	-
Прогноз обсягів продажу продукції фірми В з урахуванням впровадження інноваційної продукції на ринок, од. продукції	885 840	970 458	1 000 345,74	1 012 637,72	1 017 933,8	1 020 244,3	1 021 255,6	-
Різниця в обсягах продажу фірми В, од. продукції	323 332,7	403 960,2	432 890,66	444 952,55	450 193,3	452 490,47	453 498,54	296 1318

В інноваційної продукції на загальний ринок (11 845 274 – 3 000 000 = 8 845 274 грн), ураховуючи позитивні прогнози.

Лабораторна робота 2**Оброблення економічної інформації.****Використання процедур класифікації під час моделювання інноваційно-логістичних процесів**

Завдання: Основні статистичні параметри економічних показників.

Студенти використовують власні дані роботи підприємства чи економічної системи щодо інноваційно-логістичної діяльності.

Порядок виконання завдання

На панелі інструментів (або в меню **Statistics**) обирається **Basic Statistics/Tables** – **Основні статистики/таблиці**. У вікні, що з'явилося, представлені можливості цього модуля системи (рис. 2).

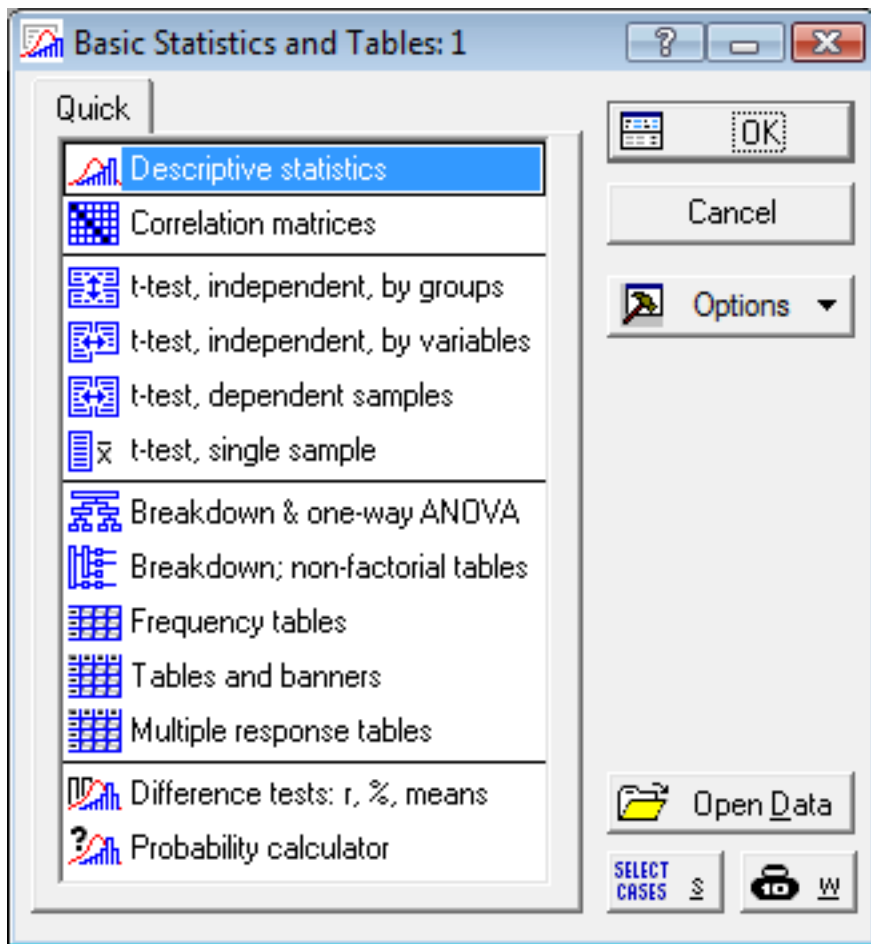


Рис. 2. Стартове вікно модуля "Основні статистики/таблиці"

Описові характеристики наведеного ряду розподілу.

У стартовому вікні **Основні статистики** та таблиці оберемо **Descriptive statistics** – **Описові статистики** і отримаємо діалогове вікно описових статистик (рис. 3).

У діалоговому вікні **Описові статистики** можна:

- обрати змінні для аналізу;
- обчислити різні описові статистики;
- оцінити, наскільки близький розподіл до нормального закону;
- побудувати гістограми розподілу;
- згрупувати дані, розбиваючи різними способами на класи;
- зручно візуалізувати дані.

У цьому вікні перейдемо на закладку **Advanced** – **Розширений набір описових статистик**, де можна вказати, які саме статистики необхідно обчислити (табл. 12).

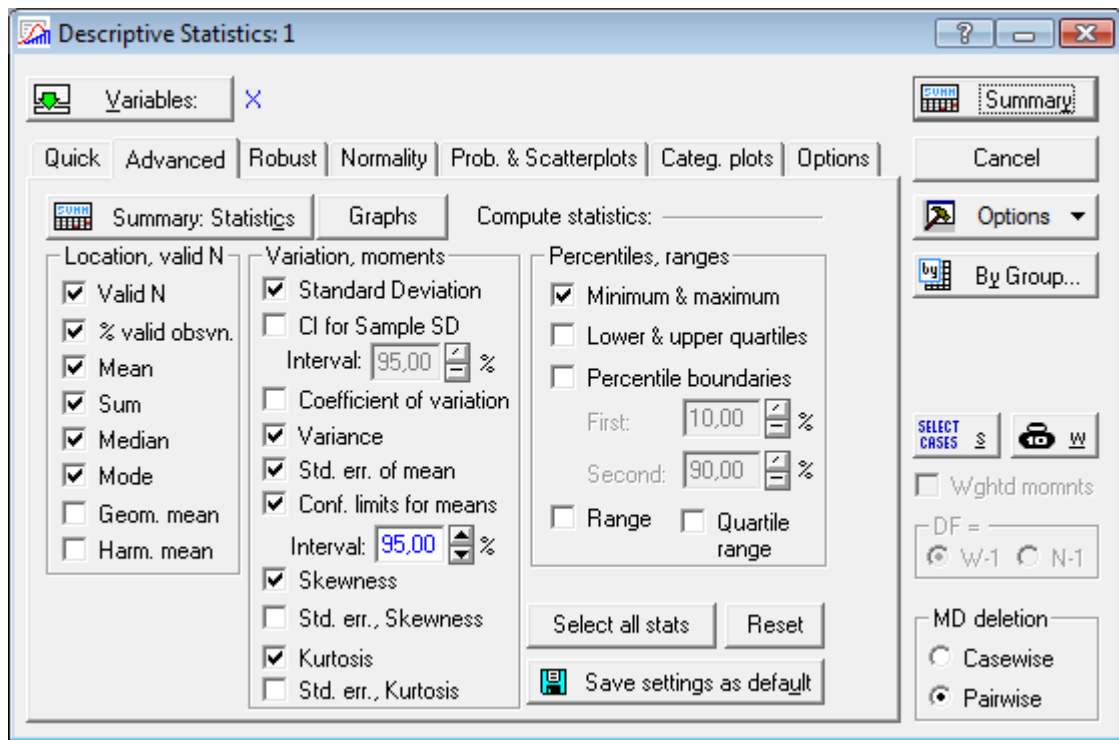


Рис. 3. Діалогове вікно "Описові статистики. Розширений набір описових статистик"

Таблиця 12

Перелік основних характеристик варіаційних рядів

Позначення	Назви показників
Valid N	Обсяг вибірки
Mean	Середнє арифметичне значення
Sum	Сума
Median	Медіана
Mode	Мода
Geom. Mean	Середнє геометричне значення
Harm. Mean	Середнє гармонічне значення
Standard Deviation	Стандартне відхилення
Variance	Дисперсія
Standard error of mean	Стандартна помилка середнього значення
95% confidence limits of means	95 %-й довірчий інтервал для середнього значення
Minimum, maximum	Мінімальне і максимальне значення
Lower, upper quartiles	Нижній і верхній квантілі
Range	Розмах варіації
Skewness	Коефіцієнт асиметрії
Standard error of Skewness	Стандартна помилка коефіцієнта асиметрії
Kurtosis	Коефіцієнт ексцесу
Standard error of Kurtosis	Стандартна помилка ексцесу

Зробивши необхідні установки у цьому вікні, натиснемо кнопку **Summary: Descriptive statistics** і отримаємо таблицю результатів (табл. 13).

Таблиця 13

Описові статистики ряду розподілу

Valid N	Mean	Confidence – 95 %	Confidence +95 %	Median	Sum	
Minimum	Maximum	Variance	Std.Dev.	Standard	Skewness	Kurtosis

Приведемо дані і побудуємо гістограму розподілу. Для цього у діалоговому вікні **Описові статистики** перейдемо на закладку **Normality – Нормальність** (рис. 4).

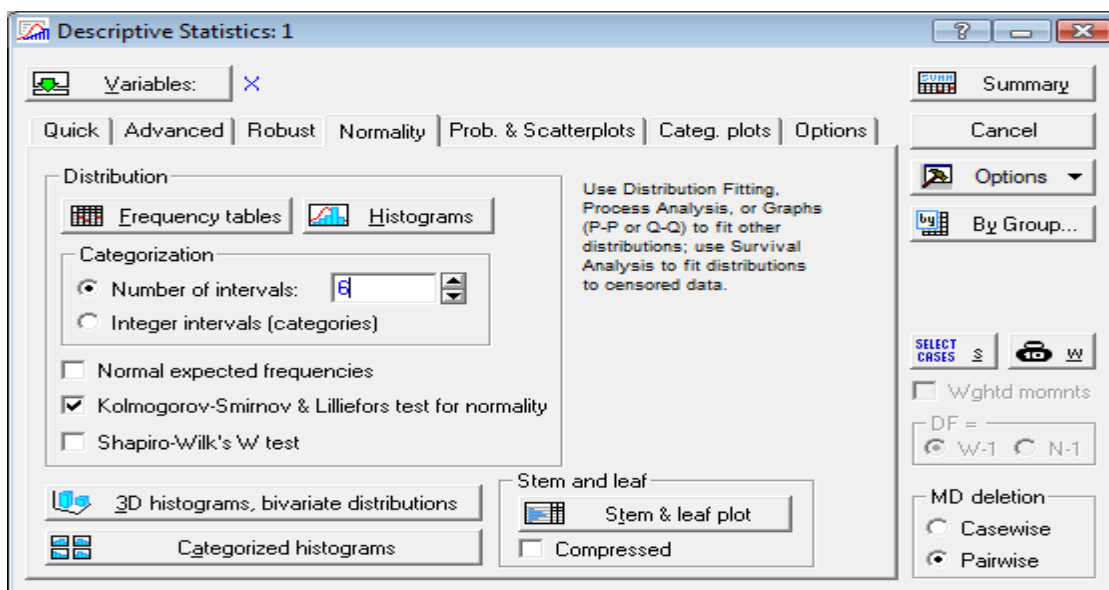


Рис. 4. Діалогове вікно **Описові статистики. Нормальність**

На цій закладці є група кнопок та опцій **Distribution – Розподіл**. Опції **Categorization – Групування** дозволяють обрати спосіб групування даних. Тут можна задати кількість інтервалів (**Number of intervals**) – значення змінної будуть розбиті на задане число інтервалів – або вибрати **Integer intervals – Цілі інтервали**. Кнопка **Frequency tables** дозволяє продивитися таблицю частот згрупованих даних (рис. 5). У таблиці зазначені нижня і верхня межі інтервалів, частоти (кількість значень, що ввійшли в інтервал), накопичені частоти, частки й накопичені частки (у %).

Frequency table: Var2 (Spreadsheet1)						
K-S d=.08930, p> .20; Lilliefors p> .20						
Category	Count	Cumulative Count	Percent of Valid	Cumul % of Valid	% of all Cases	Cumulative % of All
100,0000<x<=102,5000	1	1	8,33333	8,3333	7,14286	7,1429
102,5000<x<=105,0000	3	4	25,00000	33,3333	21,42857	28,5714
105,0000<x<=107,5000	2	6	16,66667	50,0000	14,28571	42,8571
107,5000<x<=110,0000	3	9	25,00000	75,0000	21,42857	64,2857
110,0000<x<=112,5000	2	11	16,66667	91,6667	14,28571	78,5714
112,5000<x<=115,0000	1	12	8,33333	100,0000	7,14286	85,7143
Missing	2	14	16,66667		14,28571	100,0000

Рис. 5. Таблица частот

Кнопка **Histograms** – **Гістограми** дозволяє побудувати гістограму розподілу за згрупованими даними (рис. 6).

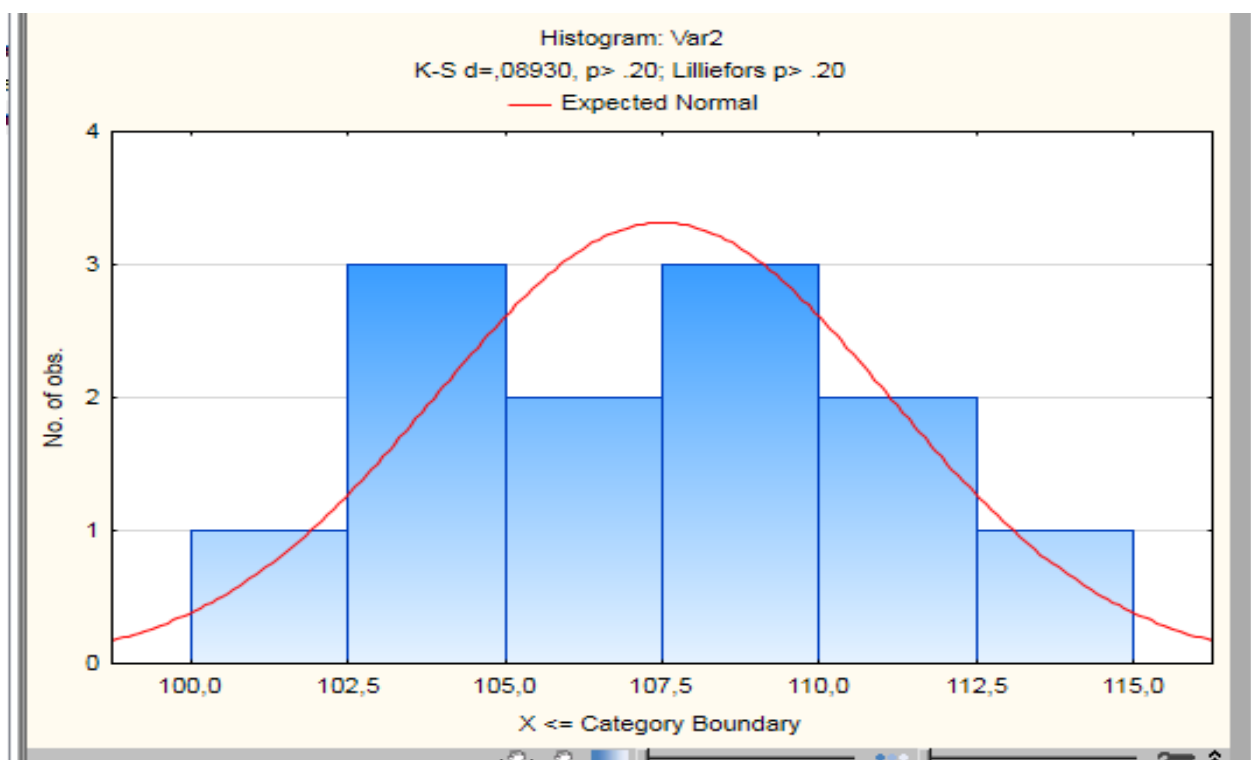


Рис. 6. Гістограма розподілу з накладеною щільністю нормального закону

За бажанням на гістограму можна накласти щільність нормального розподілу, перевірити узгодженість даних із нормальним законом розподілу за допомогою критеріїв Колмогорова – Смірнова, Ліллієфора, обчислити статистику Шапіро – Уїлкса (відповідні значення будуть указані в таблиці частот і вгорі на графіку розподілу (див. рис. 5, 6)).

Окрім того, можна побудувати функцію емпіричного розподілу. Для цього необхідно в меню вибрати **Graphs – Histograms**, у вікні, що з'явилося, перейти на закладку **Advanced** і зробити ряд установок. Наприклад: тип графіка (**Graph Type**): **Regular** (обирається у випадку, коли аналізуються значення однієї змінної, а якщо змінних декілька, то для кожної будується окрема гістограма); тип підбору (**Fit Type**): **Normal** (якщо значення змінної розподілені за нормальним законом розподілу) або **Off** (без підбору); тип гістограми (**Showing Type**): **Cumulative** (накопичений); указати кількість інтервалів (**Categories**), наприклад, 6. У результаті отримаємо графік наведений на рис. 7.

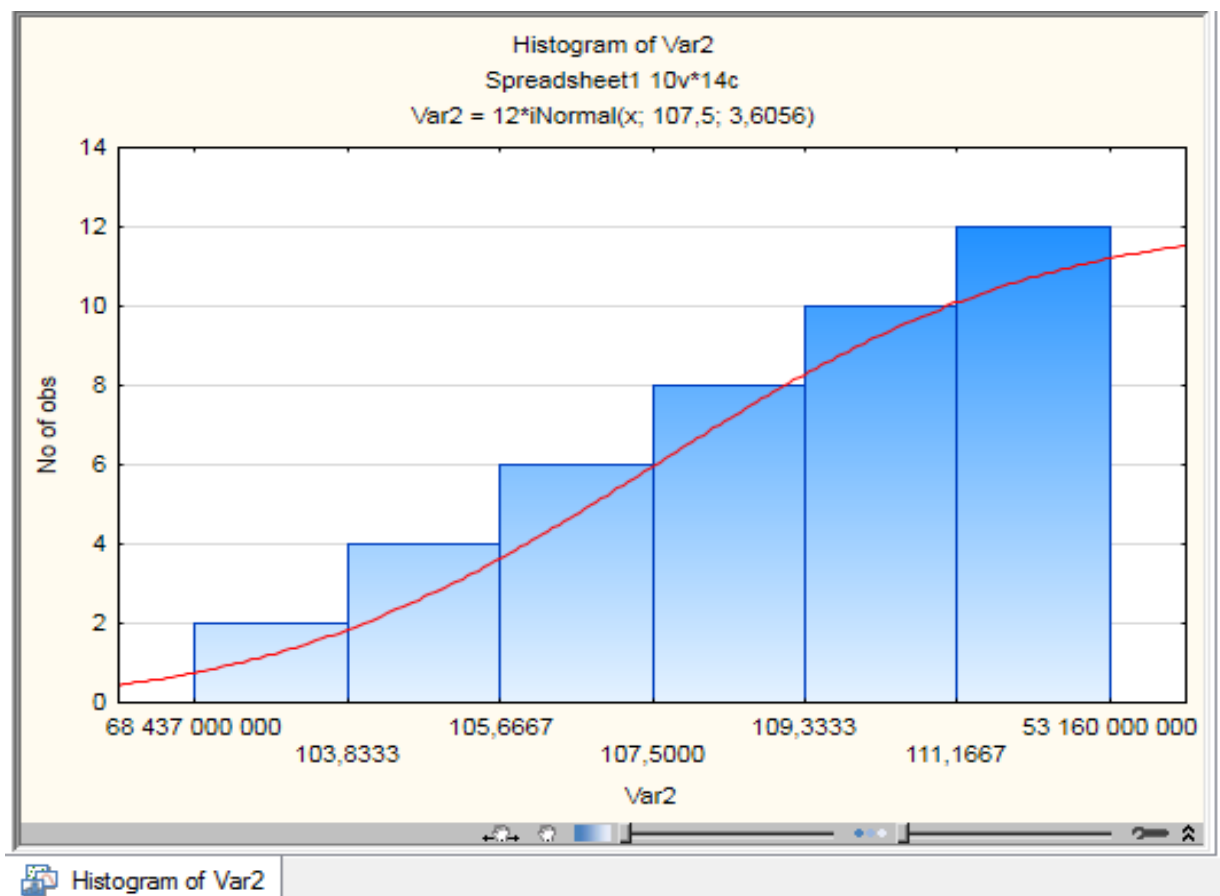


Рис. 7. Функція емпіричного розподілу

Лабораторна робота 3

Використання множинної регресії під час моделювання інноваційно-логістичних процесів

Завдання. Моделювання інноваційно-логістичних процесів за рахунок використання множинної регресії (лінійної).

У табл. 14 наведено вихідні дані інноваційно-логістичної діяльності підприємства за роками. Використовуючи програму **STATISTICA**, треба визначити та оцінити параметри моделей лінійної множинної регресії.

Студенти використовують власні дані роботи підприємства чи економічної системи щодо інноваційно-логістичної діяльності.

Таблиця 14

Вихідні дані

Рік	Витрати на логістику, тис. грн	Витрати на інновації, тис. грн	Темп зміни кількості кінцевих споживачів продукції (%)	Обсяги реалізації, млн. грн
2017	52,3	75,4	10,3	16,4
2016	50,2	66,1	7,0	16,2
2015	48,2	61,8	2,6	15,7
2014	46,4	71,7	4,8	15,9
2013	45,2	68,5	3,5	15,6
2012	46,6	63,8	1,1	15,6
2011	47,2	68,3	8,8	15,9
2010	47,2	59,8	3,0	16,3
2009	46,5	60,9	-10,2	17,9
2008	53,1	71,4	-1,1	17,2
2007	50,5	65,8	0,3	17,3
2006	46,5	58,2	3,3	18,5

Порядок виконання завдання

У програмі **Statistica** сформуємо файл даних. На панелі інструментів (або в меню **Statistics**) вибираємо модуль **Multiple Regression**. У стартовому вікні модуля, натиснувши кнопку **Variables**, вибираємо залежну (**Dependent var.**) і незалежну (**Independent var.**) змінні. На закладці **Advanced** можна задати додаткові параметри побудови регресійної моделі. За командою виконання програми з'явиться вікно результатів аналізу (рис. 8).

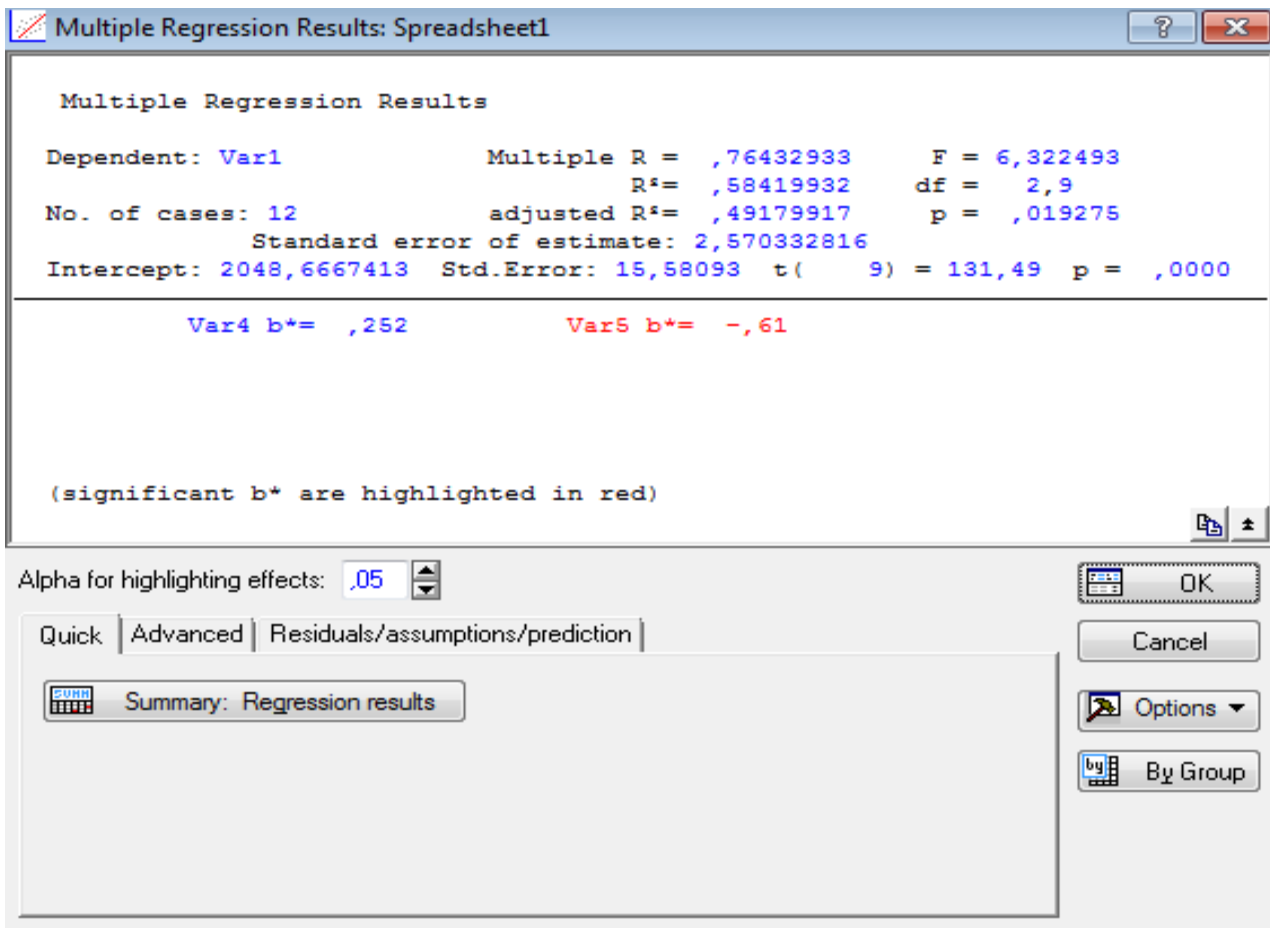


Рис. 8. Результати множинної регресії

Натиснення на закладці **Quick** кнопки **Summary** дає можливість отримати **Regression Results – Результати регресії**, яка виводить таблицю результатів побудови регресії (рис. 9).

Regression Summary for Dependent Variable: Var1 (Spreadsheet1)						
R= ,76432933 RI= ,58419932 Adjusted RI= ,49179917						
F(2,9)=6,3225 p<,01927 Std.Error of estimate: 2,5703						
N=12	b*	Std.Err. of b*	b	Std.Err. of b	t(9)	p-value
Intercept			2048,667	15,58093	131,4856	0,000000
Var4	0,252207	0,247314	0,172	0,16850	1,0198	0,334460
Var5	-0,607477	0,247314	-2,276	0,92650	-2,4563	0,036379

Рис. 9. Regression Results – Результати регресії

У таблиці на рис. 9 наведені такі результати побудови регресії: β -коефіцієнти (**Beta**) і коефіцієнти регресії b_i зі стандартними похибками, значення t-критерію та фактичні рівні істотності **p-level**. Зверніть увагу на те, що деякі рядки виділені червоним кольором. Це своєрідна підказка щодо значущості відповідних параметрів побудованої моделі. Значущість параметрів оцінюється за t-критерієм, значення якого наведені в цій же самій таблиці.

Наступним кроком є аналіз адекватності побудованої моделі. Про адекватність моделі можна судити за значеннями коефіцієнтів множинної кореляції та детермінації, за значеннями критеріїв Стюдента та Фішера. Окрім того, слід провести аналіз залишків моделі. Для цього призначена кнопка **Perform residual analysis**, яка знаходиться на закладці **Residuals / assumptions / prediction** у вікні **Результатів множинної регресії**. Натиснувши цю кнопку, переходимо у вікно **Аналіз залишків** (рис. 10).

Натискаючи закладку **Residuals**, кнопка **Histogram of residuals**) і графік залишків на нормальному ймовірнісному папері (зкладка **Probability plots**, кнопка **Normal plot of residuals**), отримуємо графіки, які наведено на рис. 11, 12.

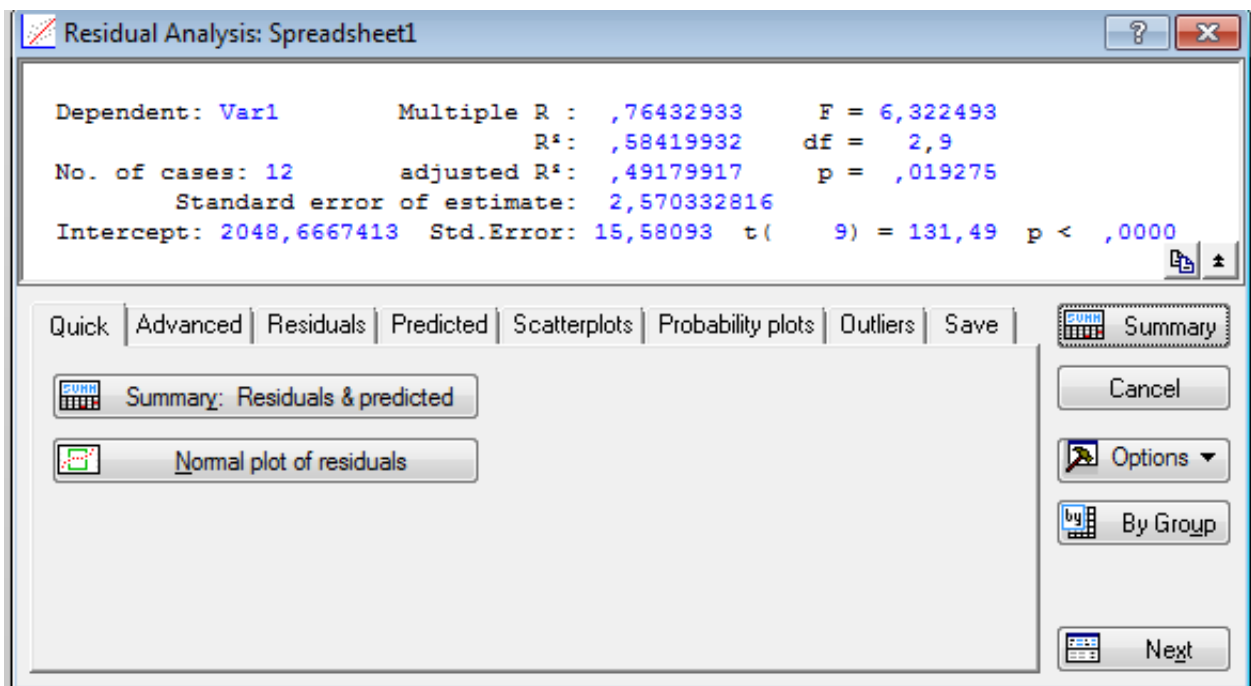


Рис. 10. Вікно аналізу залишків моделі

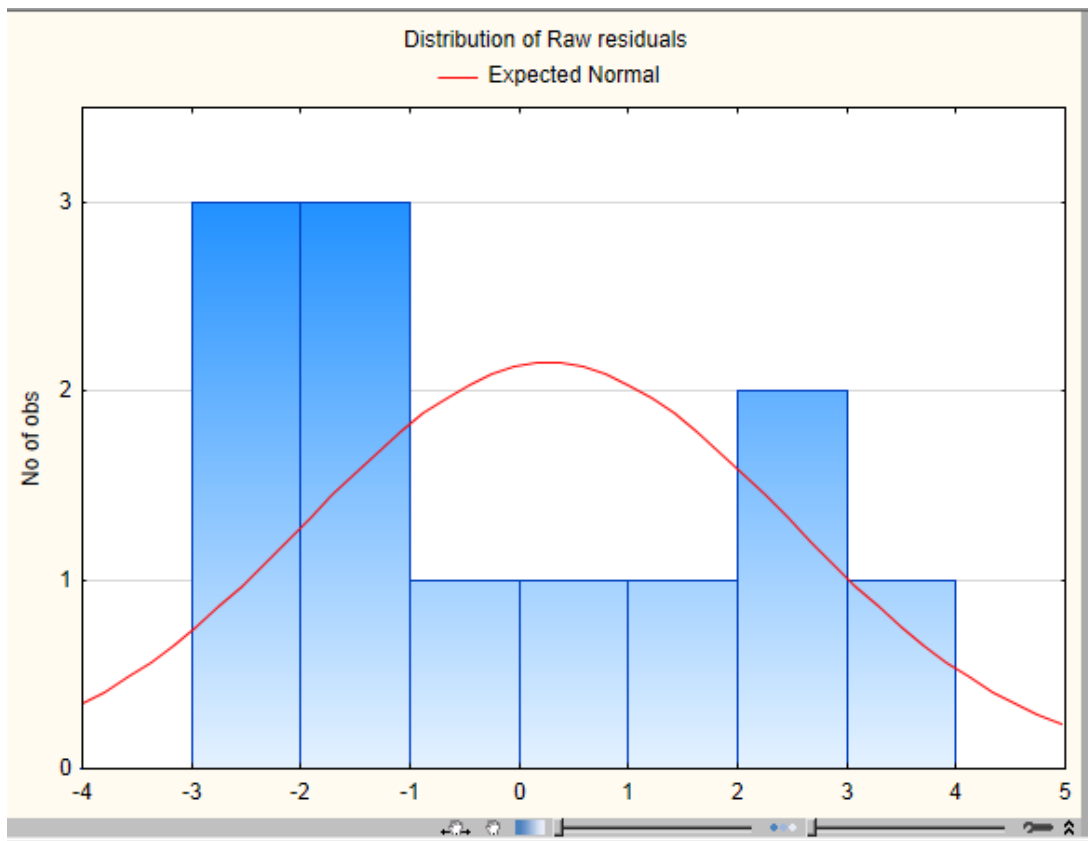


Рис. 11. Гістограма розподілу залишків

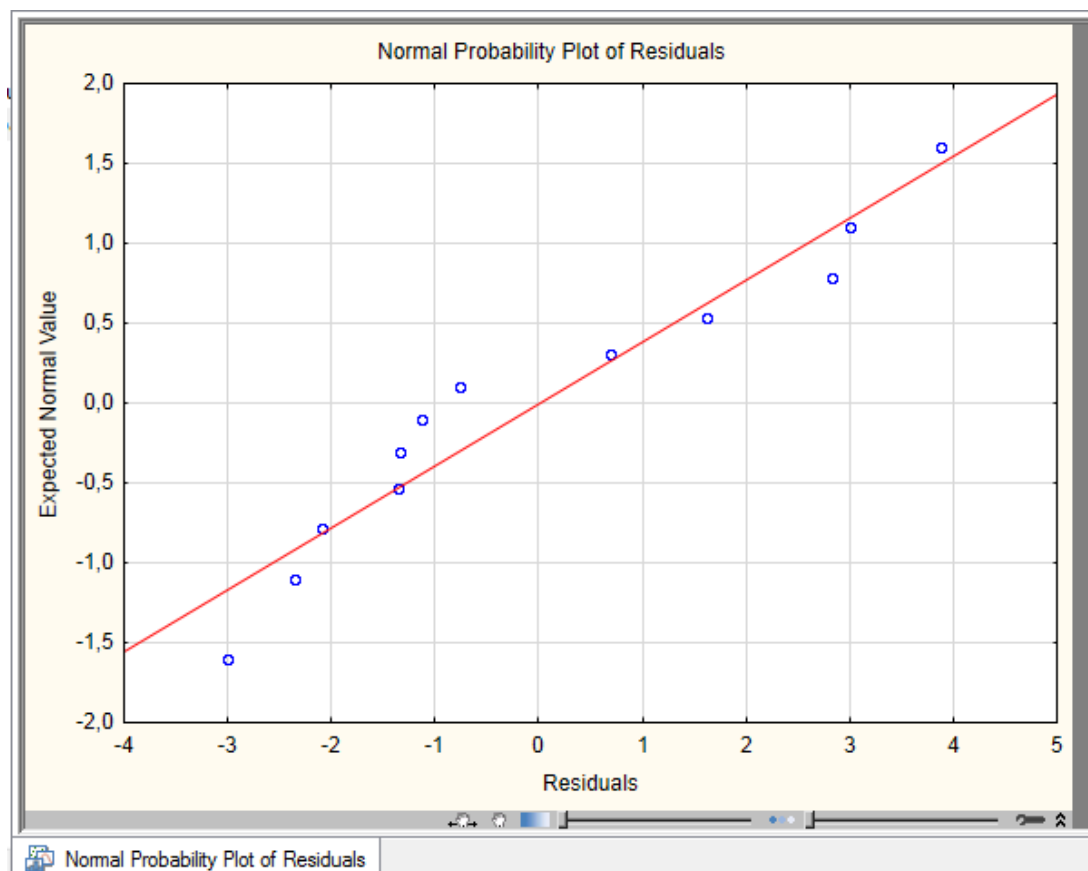


Рис. 12. Графік залишків на нормальному ймовірнісному папері

Якщо залишки розподілені за нормальним законом розподілу (гістограма залишків) і добре лягають на пряму (графік залишків на нормальному ймовірнісному папері), то це свідчить про адекватність побудованої моделі

У модулі "Множинна регресія" можна знайти прогнозне значення залежної змінної. Для цього у вікні результатів необхідно перейти на закладку **Residuals / assumptions / prediction** і натиснути кнопку **Predict dependent variable** – **Прогнозне значення залежної змінної**. У вікні, що з'явилось, потрібно задати значення незалежних змінних, за якими слід знайти прогнозне значення залежної змінної.

Моделювання інноваційно-логістичних процесів за рахунок використання множинної регресії (нелінійної).

У табл. 15 наведено вихідні дані інноваційно-логістичної діяльності підприємств. Використовуючи програму **STATISTICA**, визначити та оцінити параметри моделі нелінійної множинної регресії. Необхідно побудувати багатофакторну нелінійну модель (вид моделі – функція Кобба – Дугласа).

Студенти використовують власні дані роботи підприємства чи економічної системи щодо інноваційно-логістичної діяльності.

Таблиця 15

Вихідні дані

Номер підприємства	Витрати на логістику, тис. грн	Витрати на інновації, тис. грн	Витрати на маркетинг, тис. грн	Обсяги реалізації, млн. грн
	OF	T	e	Y
1	104,9	119,0	7,6	4,7
2	96,6	106,9	5,6	4,5
3	91,3	101,3	2,7	4,4
4	88,3	117,4	3,9	4,4
5	85,2	113,1	0,5	4,3
6	84,4	108,5	0,1	4,2
7	84,3	117,3	5,2	4,0
8	80,1	106,2	2,1	3,8
9	78,3	109,2	- 10,9	3,7
10	87,7	128,9	1,7	4,0
11	84,4	115,6	1,8	4,0
12	80,2	100,7	5,1	4,1

Порядок виконання завдання

Функцією Кобба – Дугласа має такий вигляд: $Y = a_0 \cdot OF^{a1} \cdot T^{a2} \cdot e^{a3}$.

Завдання побудови моделі зводиться до оцінки параметрів вказаної функції. Для побудови нелінійних багатофакторних моделей у системі **Statistica** використовується модуль "**Нелінійне оцінювання**".

Запустимо програму **Statistica**. Сформуємо таблицю (файл) вихідних даних. На панелі інструментів **Statistics** або в меню **Statistics** виберемо функцію **Nonlinear Estimation – Нелінійне оцінювання**. У стартовому вікні Нелінійного оцінювання необхідно обрати вид нелінійної моделі.

У даному випадку обираємо **User-specified regression, custom loss function – Задана користувачем регресія та функція залишків** (рис. 13).

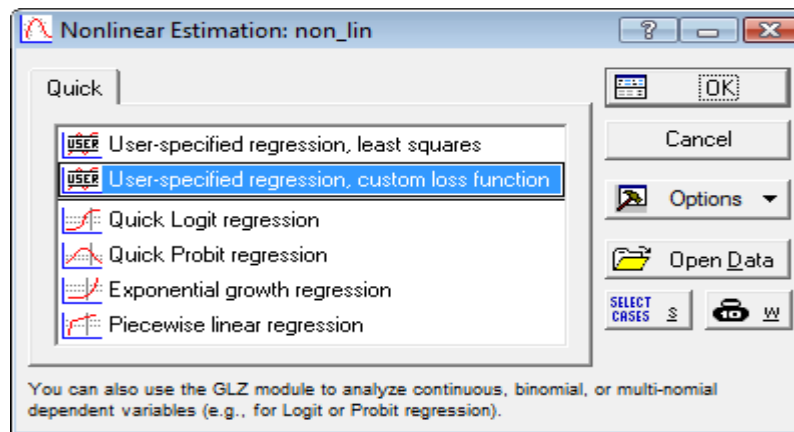


Рис. 13. Стартове вікно модуля "Нелінійне оцінювання"

У наступному вікні, ініціювавши кнопку **Function to be estimated & loss function – Функція для оцінювання параметрів і функція залишків** маємо задати функцію, параметри якої потрібно оцінити за вихідними даними, та функцію залишків. Функція залишків за замовчуванням – мінімізація суми квадратів відхилень модельних значень від спостережуваних (рис. 14).

Задавши вид функцій і натиснувши двічі кнопку **OK**, треба перейти до вікна **Model Estimation – Оцінювання моделі**.

Вікно **Оцінювання моделі** складається з двох частин – інформаційної та функціональної. У верхній частині вікна (інформаційній) міститься інформація про вид моделі, кількість оцінюваних параметрів, функцію залишків, залежну і незалежну змінні, метод обробки пропущених значень і кількість точок спостереження. У функціональній частині вікна необхідно перейти на закладку **Advanced – Додатково** і задати метод оцінки параметрів (**Estimation method**). За замовчуванням це буде метод **Quasi-Newton**.

Окрім того, у цьому вікні можна вибрати опцію **Asymptotic standart errors** (**Асимптотична стандартна помилка**), задати кількість ітерацій для оцінки параметрів (**Maximum number of iterations** – за замовчуванням 50), точність оцінювання параметрів та інші параметри (рис. 15).

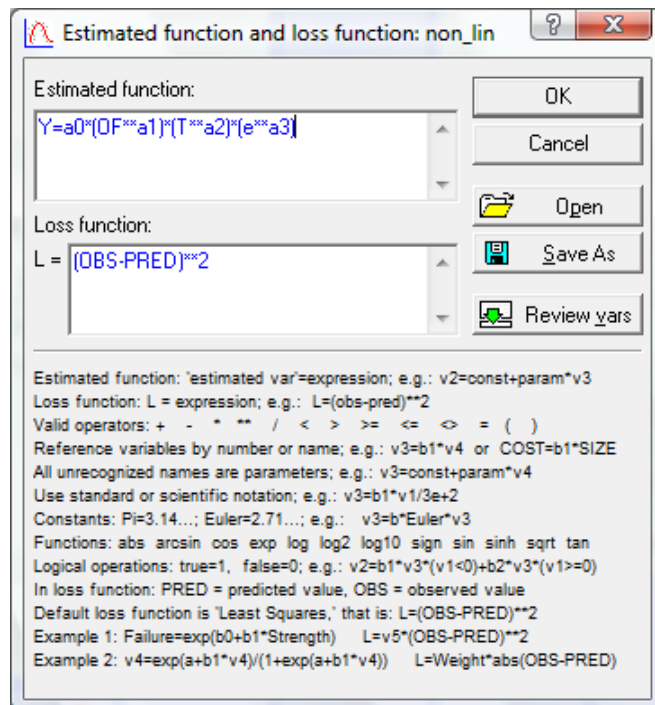


Рис. 14. Вікно для запису оцінюваної функції та функції залишків

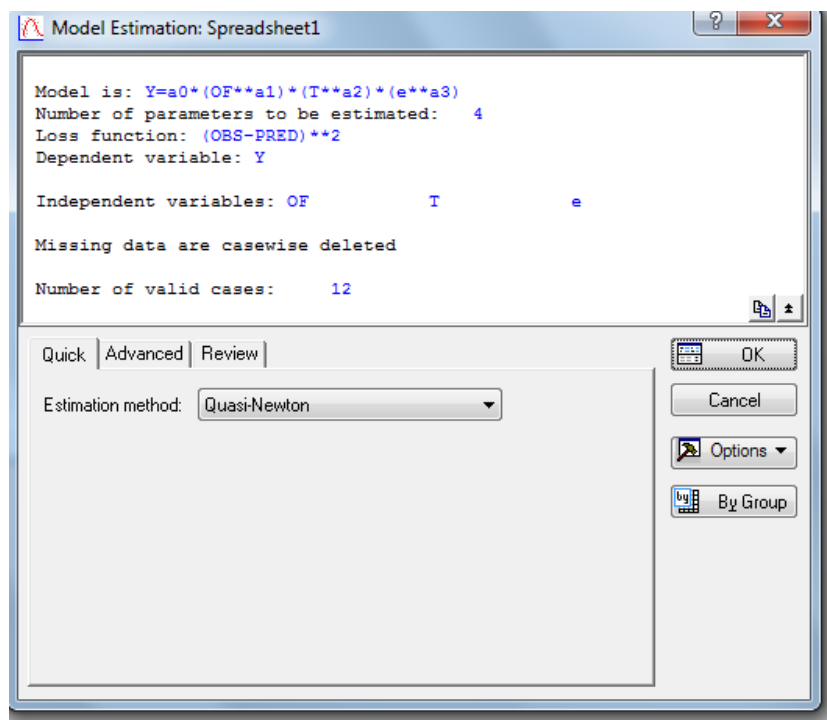


Рис. 15. Вікно вибору параметрів оцінювання моделі

Після запуску команди на виконання розпочнеться чисельна оцінка параметрів заданої моделі. Після закінчення процедури оцінки параметрів з'являється вікно результатів аналізу – **Results** (рис. 16).

У верхній (інформаційній) частині вікна зазначено: вид моделі, залежну змінну, кількість незалежних змінних, функцію залишків, кінцеве значення функції, коефіцієнт детермінації. Нижня частина вікна містить ряд кнопок, що дозволяють усебічно подивитися результати оцінювання.

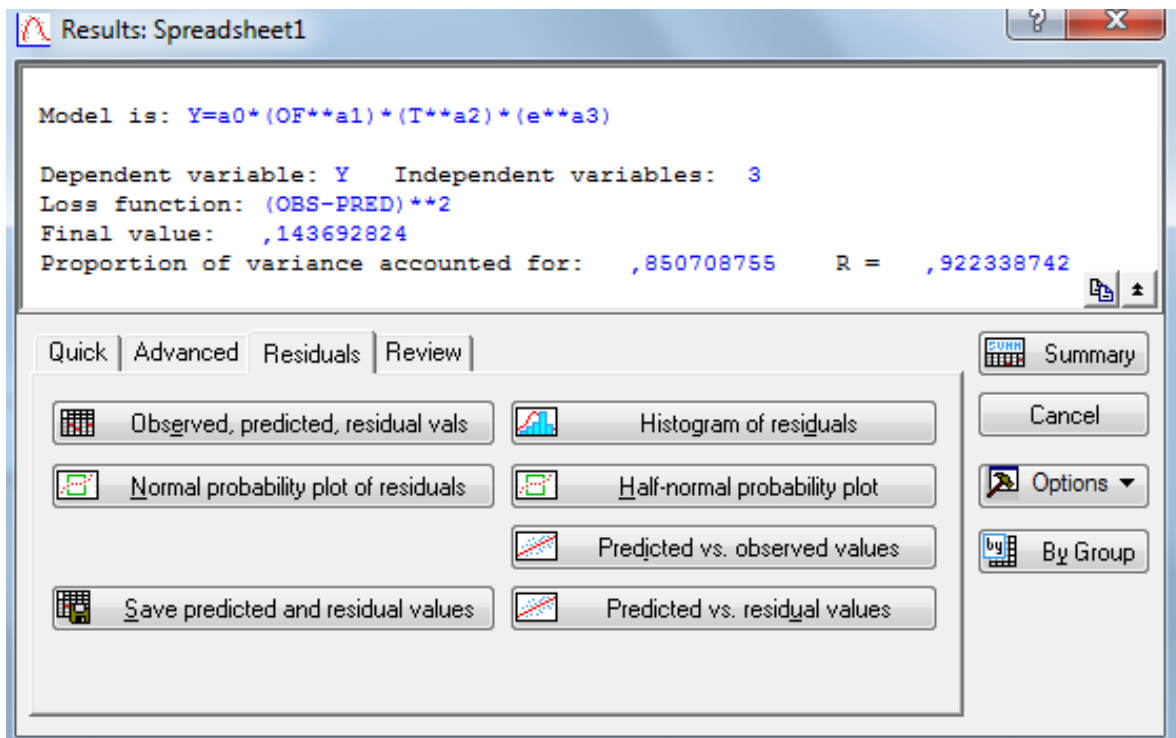


Рис. 16. Вікно результатів. Швидкі статистики

Натиснення на закладці **Quick** кнопку **Summary: Parameter estimates** – **Результат оцінювання параметрів**, дає можливість отримати значення параметрів моделі (рис. 17).

Далі необхідно провести аналіз залишків (зкладка **Residuals** – **Залишки**). Тут маємо ряд кнопок, ініціювавши які можна всебічно проаналізувати залишки.

Основними кнопками, на які варто звернути увагу, є кнопка **Normal probability plot of residuals** – **Графік залишків на нормальному ймовірнісному папері** та кнопка **Distribution of residuals** – **Гістограма розподілу залишків** (рис. 18, 19, 21).

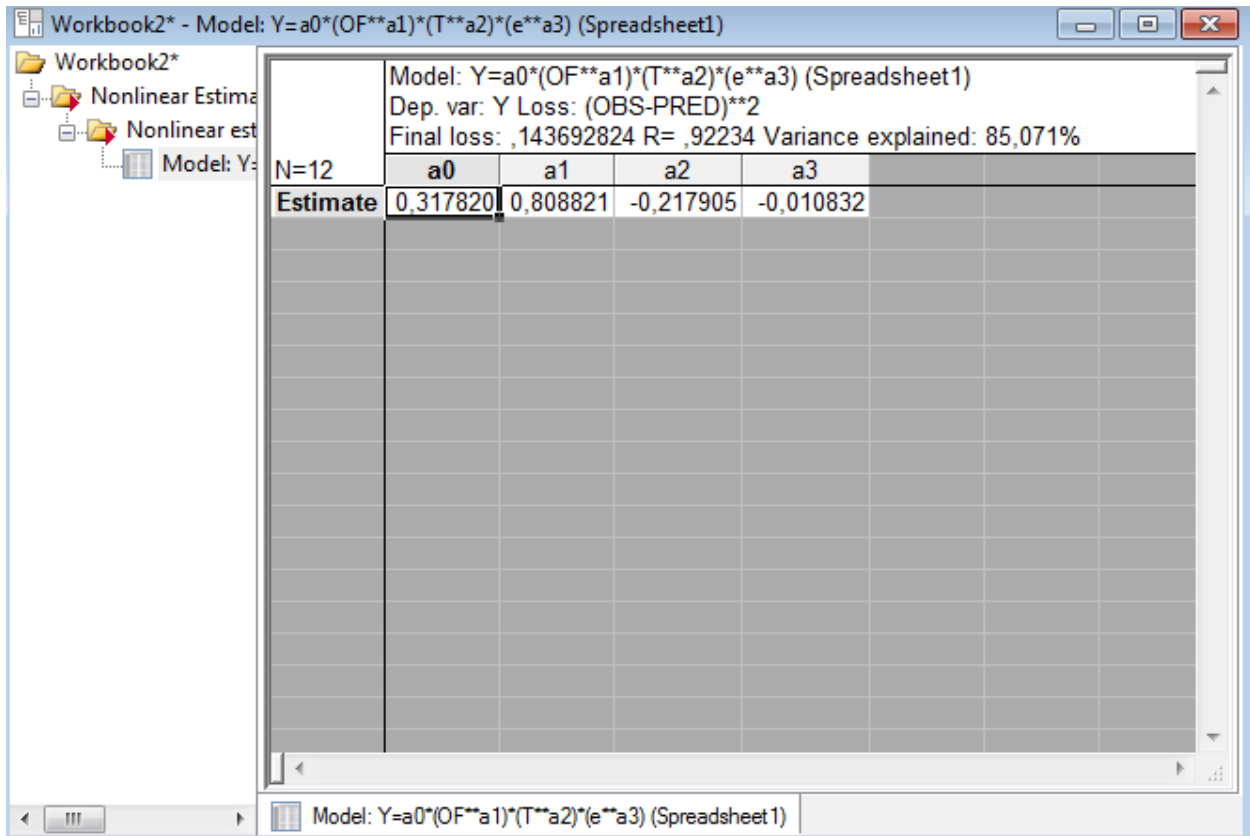


Рис. 17. Параметри моделі Кобба – Дугласа

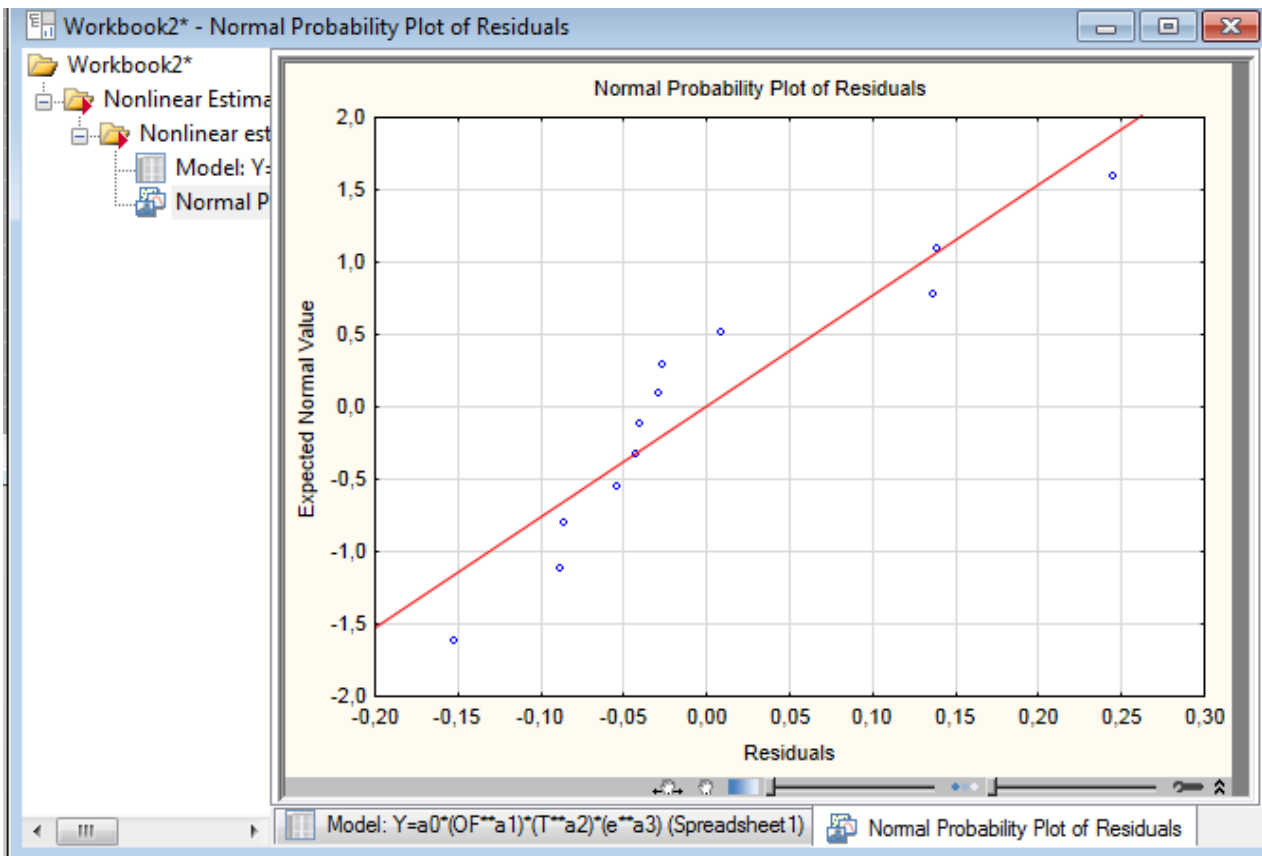


Рис. 18. Графік залишків на нормальному ймовірнісному папері

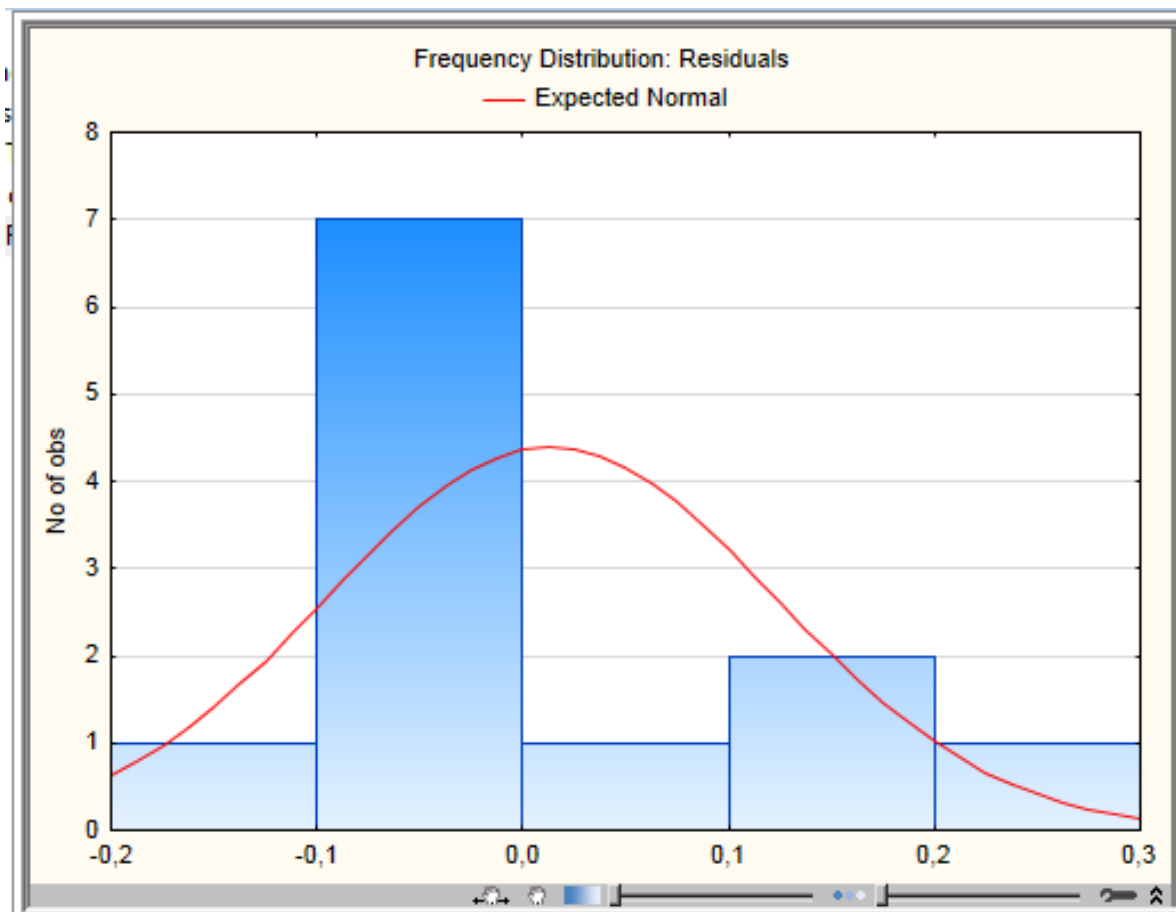


Рис. 19. Гістограма розподілу залишків

У разі, якщо залишки будуть розподілені за нормальним законом розподілу, то модель вважається адекватною.

Лабораторна робота 4

Методи прогнозування інноваційно-логістичних процесів

Завдання. Прогнозування логістичних процесів за допомогою моделей розподіленого лагу.

Вихідні дані щодо обсягів реалізації логістичної компанії та виробництва продукції підприємств-замовників логістичної компанії за роками наведені в табл. 16. Обґрунтуйте прогнозну модель розподіленого лагу обсягів реалізації логістичної компанії за рахунок використання програми **STATISTICA**.

**Вихідні дані щодо обсягів реалізації логістичної компанії
та виробництва продукції підприємств-замовників логістичної компанії**

Назва показника	Позначення показника	Рік									
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
Загальний обсяг виконаних логістичною компанією робіт, тис. грн	Y1	452	1857	1127	2621	7781	12123	6193	7035	3079	
Виробництво продукції підприємств-замовників логістичної компанії, тис. тонн	X1	19 362,8	19 347,6	18 596,7	20 843,4	21 998,4	18 865,6	19 224,2	20 571,7	19 565,1	

Для виконання роботи за варіантами студенти з парним номером за списком додають 10 тис. грн до значень Y1 з парними роками; студенти з непарним номером за списком роблять теж саме для непарних років.

Порядок виконання завдання

1. Побудуйте на основі вихідних даних декілька моделей розподіленого лага у програмі **STATISTICA**.

Побудові регресійних моделей передують розрахунок коефіцієнтів кореляції між всіма параметрами, визначення запізень у впливі одних чинників на інші або на залежну змінну в часі. Розрахунок коефіцієнта кореляції проводиться за формулою 3:

$$R_{yx}(\ell) = \frac{(n-\ell) \sum_{t=1}^{n-\ell} y_t x_{t+\ell} - \sum_{t=1}^{n-\ell} y_t \sum_{t=1}^{n-\ell} x_{t+\ell}}{\sqrt{\left[(n-\ell) \sum_{t=1}^{n-\ell} y_t^2 - \left(\sum_{t=1}^{n-\ell} y_t \right)^2 \right] \times \left[(n-\ell) \sum_{t=1}^{n-\ell} x_{t+\ell}^2 - \left(\sum_{t=1}^{n-\ell} x_{t+\ell} \right)^2 \right]}}, \quad (3)$$

де n – кількість спостережень (рівнів ряду);

ℓ – часове зрушення.

Серед декількох значень коефіцієнта кореляції приймається той, що має максимальне значення. Як лаг приймається часове зрушення, що відповідає цьому максимальному значенню коефіцієнта кореляції.

2. Перевірте отримані моделі на адекватність за такими параметрами як статистична значущість параметрів моделі та розподіл залишків моделі.

3. Оберіть модель, яка характеризується кращими показниками адекватності.

4. Розрахуйте параметри точності прогнозу.

Середню відсоткову помилку прогнозу MPE, що визначає зміщеність прогнозу, розраховують за формулою (4) :

$$MPE = \frac{1}{n} \sum \frac{e}{Y} 100, \quad (4)$$

де n – число спостережень;

e – помилка прогнозу;

Y – спостережуване в періоді значення показника.

Якщо значення MPE менше 5 %, що є граничним, то прогноз дає незміщену оцінку.

Показник середньої абсолютної процентної помилки MAPE:

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum \frac{|e|}{Y} 100. \quad (5)$$

Якщо MAPE менше 5 %, це значить, що модель дає високу точність прогнозу.

За рахунок використання програми **STATISTICA** на основі незмінних вихідних даних табл. 16 був установлений часовий лаг в один рік (запізнення в один рік у впливі виробництва продукції підприємств-замовників логістичної компанії, X_1 , на загальний обсяг виконаних логістичною компанією робіт, Y_1). Таке запізнення може пояснюватися тим, що не вся вироблена продукція реалізується водночас, а потребує докладання зусиль із просування продукції логістичною компанією:

$$Y_1 = 0,00142296591328x_1^2_{t-1} - 55,4945716944272x_1_{t-1} + 544414,675036532. \quad (6)$$
$$R^2 = 0,6318.$$

Такий показник коефіцієнта детермінації (0,6318) говорить про досить тісний зв'язок обсягів виробництва продукції підприємств-замовників логістичної компанії з обсягами виконаних логістичною компанією робіт.

Завдання. Прогнозування логістичних процесів за допомогою моделей авторегресії.

У табл. 17 наведено дані щодо обсягів перевезень за тижнями логістичної компанії. Обґрунтуйте прогнозну модель авторегресії обсягів реалізації логістичної компанії за рахунок використання програми **STATISTICA**. Для виконання роботи за варіантами студенти додають 10 до значень обсягів перевезень, які за номером тижня співпадають з їх варіантом.

Порядок виконання завдання

1. Побудуйте на основі вихідних даних декілька моделей авторегресії у програмі STATISTICA.

2. Перевірте отримані моделі на адекватність за такими параметрами як статистична значущість параметрів моделі та розподіл залишків моделі.

3. Оберіть модель, яка характеризується кращими показниками адекватності.

4. Побудуйте графіки фактичних та прогнозних значень обсягів перевезень логістичної компанії за тижнями.

5. Розрахуйте параметри точності прогнозу та співставте їх з нормативними значеннями.

6. Здійснить прогноз на наступний тиждень.

Моделлю була визначена авторегресійна модель четвертого порядку, що описується рівнянням вигляду:

$$X_1 = 1,33249 \times 1_{t-1} - 0,2903 \times 1_{t-2} + 0,089568 \times 1_{t-3} - 0,136 \times 1_{t-4}. \quad (7)$$

Вихідні дані щодо обсягів перевезень за тижнями логістичної компанії, тис. тонн.

Тиждень	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Обсяги перевезень	220,6	322,9	667,2	1 340,9	2 680,8	3 202,7	3 852	4 591,8	5 759,5	6 445,8
Тиждень	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Обсяги перевезень	7 328,9	8 544	11 004	12 702	15 392	14 981	14 981	15 365	15 735	11 889
Тиждень	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
Обсяги перевезень	34 571	35 023	35 429	35 868	36 272	36 616	37 487	38 414	38 448	38 852
Тиждень	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
Обсяги перевезень	40 142	40 365	40 485	40 837	40 621	40 029	41 008	39 026	36 560	36 457
Тиждень	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
Обсяги перевезень	35 642	34 526	35 790	35 414	35 523	34 743	34 666	28 427	27 497	20 626
Тиждень	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
Обсяги перевезень	16 928	15 865	15 091	16 394	16 366	17 278	19 363	19 348	18 597	20 843
Тиждень	81	82	83	84	85	86	87	–	–	–
Обсяги перевезень	21 998	18 866	19 224	20 572	19 565	17 392	18 601	–	–	–

Модель характеризується показником коефіцієнта детермінації $R^2 = 0,9947$, що говорить про досить тісний зв'язок між показниками, а також дозволяє розраховувати досить точний прогноз. Сама модель подана на рис. 20.

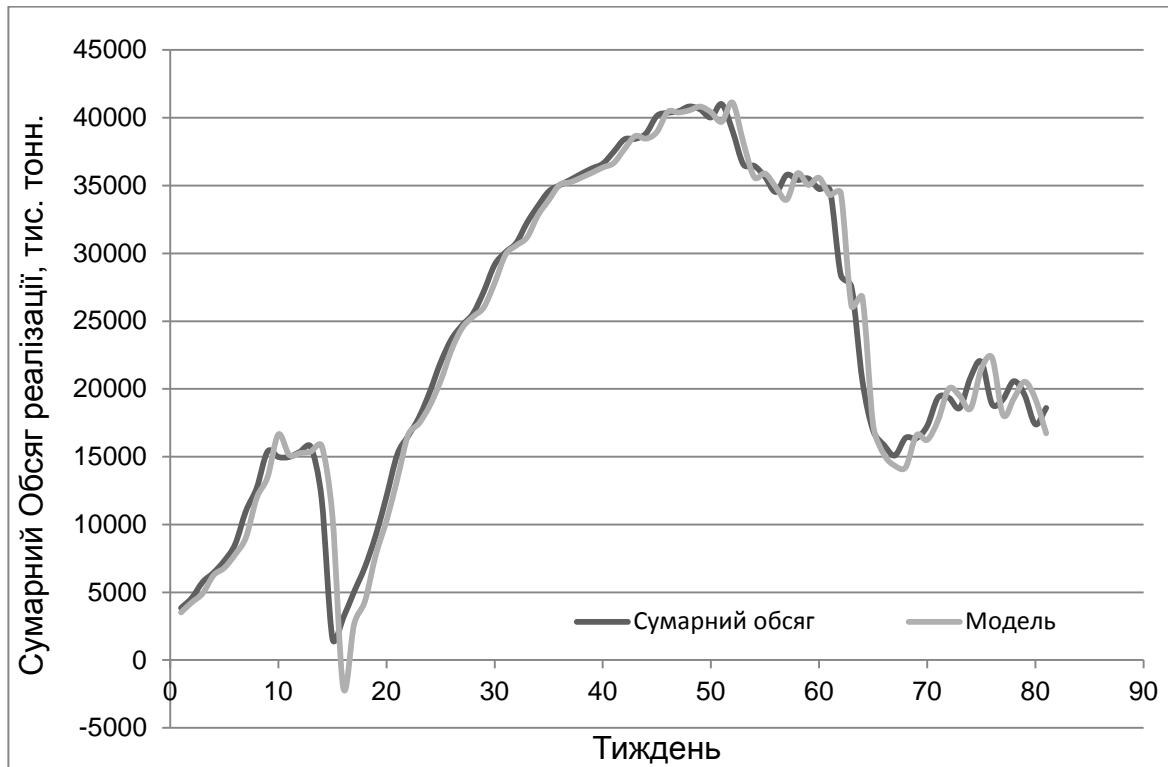


Рис. 20 Фактичні дані та авторегресійна прогнозна модель обсягів перевезень логістичної компанії за тижнями

Показник MAPE складає 15,59 %, що свідчить про задовільну точність прогнозу за моделлю. Показник MPE складає – 2,09 %, і не перевищує нормативного значення. Також розраховується стандартна помилка прогнозу або середньоквадратичне відхилення за формулою (8):

$$S_y = \sqrt{\frac{\sum e^2}{n - q - 1}}, \quad (8)$$

де n – обсяг спостережень,

q – число параметрів моделі (не враховуючи вільний член).

Для описуваної моделі він склав 1 963,52 тис. тонн.

Після цього точність прогнозу оцінюється також за допомогою дисперсійного аналізу, для цього робиться розрахунок наступних показників. Спочатку треба знайти значення варіації тенденції й залишкової варіації. Далі за формулами 8 – 10 були знайдені показники дисперсії на один ступінь свободи та значення критерію Фішера.

Критерій Фішера визначається за формулою (9):

$$F_p = \frac{S_{\phi}^2}{S_{\text{ост}}^2}, \quad (9)$$

де $S_{\text{тм}}^2$ і $S_{\text{м,т}}^2$ – дисперсії на одну ступінь свободи (формули 10 і 11).

$$S_{\phi}^2 = V_{\phi} / q, \quad (10)$$

$$S_{\text{ост}}^2 = \frac{V_{\text{ост}}}{n - q - 1}, \quad (11)$$

де $V_{\text{ост}}$ – залишкова варіація;

V_{ϕ} – варіація тенденції.

Розрахункове значення критерію Фішера для розглянутої моделі складає 735,171. Табличний критерій Фішера для рівня значущості $\alpha = 0,05$, заданого числа ступенів свободи 4 і $K_{\text{ост}} = 78$ склав 2,53. Отже, виконується нерівність $F_p > F$ табл. Тобто, фактор часу впливає на обсяг, і модель можна використовувати.

Також проводиться перевірка наявності автокореляції. Для цього розраховується критерій Джона фон Неймана за формулою (12):

$$K_H = \frac{\frac{\sum_{t=1}^n (e_t - e_{t-1})^2}{2}}{\frac{\sum_{t=1}^n e_t^2}{n}}. \quad (12)$$

Проводиться порівняння розрахункового критерію K_H із табличним, обчисленим для позитивної (K_H') і негативної (K_H'') кореляції. Для аналізованої моделі (7) $K_H = 2,013$, $K_H' = 1,5014$, $K_H'' = 2,6163$. Розрахунковий критерій перебуває в інтервалі $K_H' > K_H > K_H''$, що свідчить про відсутність автокореляції.

Довірчі інтервали для прогнозу на наступні періоди розраховуються за формулою (13):

$$S_{t+\tau} = S_Y \sqrt{1 + \frac{1}{n} + \frac{3(n+2\tau-1)^2}{n(n^2-1)}}, \quad (13)$$

де: S_Y – стандартна помилка прогнозу;
 τ – період попередження.

З 95 % імовірністю було визначено прогнозне значення:

$$\hat{Y}_{t+\tau} \pm 2S_{t+\tau}, \quad (14)$$

Згідно проведених розрахунків за формулою (14) обсяги перевезень логістичної компанії на 88 тиждень дорівнюють $18695,1 \pm 4022,24$ тис. тонн, тобто в інтервалі [14 672,89 тис. тонн; 22 717,37 тис. тонн].

Лабораторна робота 5. Експертні методи під час моделювання інноваційно-логістичних процесів

Завдання. Застосування експертних методів та попарних порівнянь.

Студенти використовують власні дані роботи підприємства чи економічної системи щодо інноваційно-логістичної діяльності в тій частині, де виникають труднощі із кількісною оцінкою факторів, які впливають на інноваційну діяльність. У такому разі для вирішення проблем слід застосовувати різні методи експертних оцінок. Також слід попередньо визначити саму проблему, яка буде вирішуватися.

Порядок виконання завдання

Можливо під час виконання завдання спиратися на методи експертних оцінок та метод аналізу ієрархії, запропонований Т. Сааті. Із цією метою можливо застосовувати алгоритм оцінки вагомості якісних показників, які можуть впливати на інноваційну діяльність на основі методу експертних оцінок, наведений на рис. 21.

Крок 1. Формування групи експертів.

Для здійснення першого кроку алгоритму формується група експертів зі спеціалістів, які працюють на посаді менеджерів інноваційної діяльності (бажано). Доцільність відбору зумовлена логічним припущенням щодо компетентності даних експертів, оскільки вони володіють необхідними знаннями.

Мінімальна кількість експертів визначається за формулою (15):

$$n_{\min} = 0,5 \times \left(\frac{3}{E} + 5 \right), \quad (15)$$

де E – задана середня похибка при включенні (виключенні) експерта з процесу опитування.

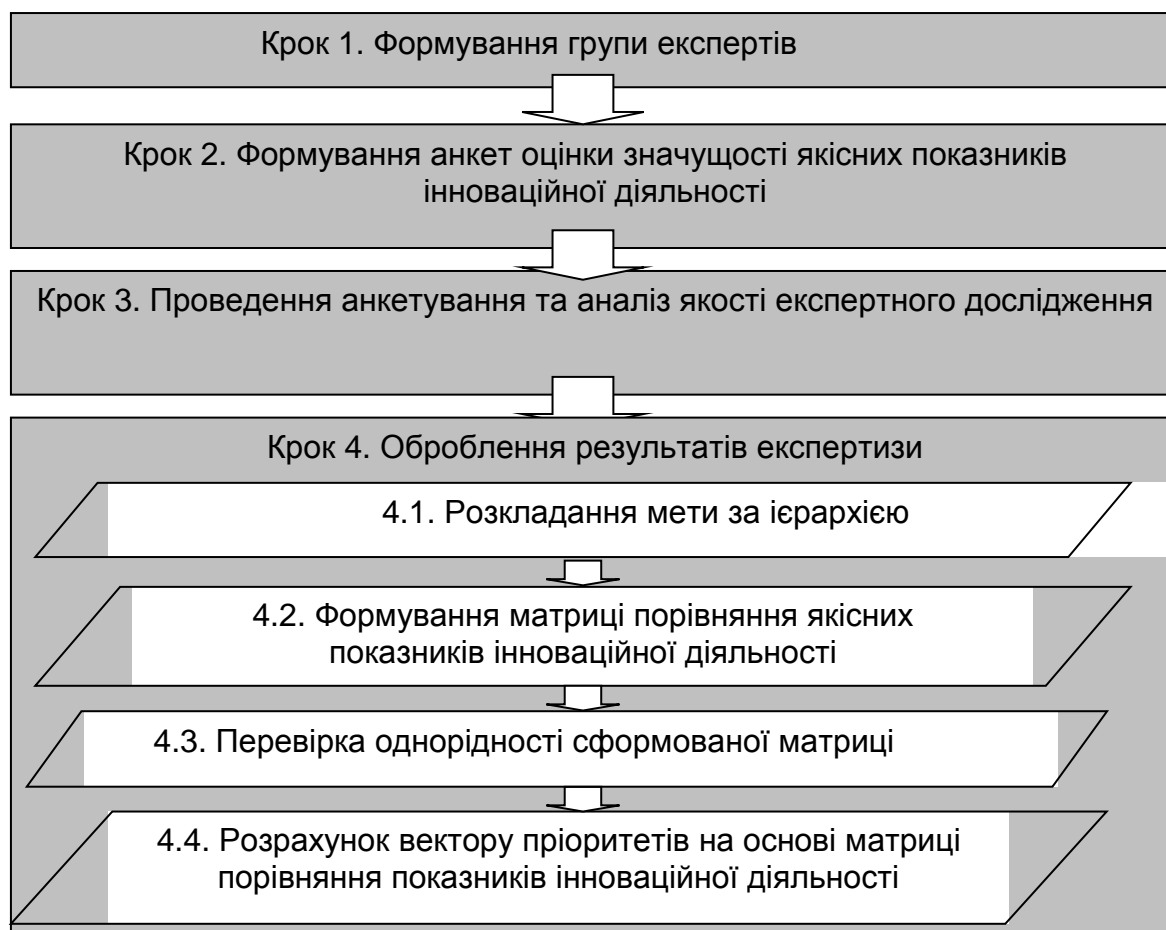


Рис. 21. Алгоритм оцінювання вагомості якісних показників інноваційної діяльності

Крок 2. Формування анкети для оцінювання значущості якісних показників інноваційної діяльності.

Під час формування анкети для оцінювання значущості показників можна виконувати попарне порівняння показників за таким принципом:

$$C_{ij} = \left. \begin{array}{l} 1, \text{ якщо фактори мають однакову вагомість} \\ 3, \text{ якщо фактор } i \text{ має слабку перевагу перед фактором } j \\ 5, \text{ якщо фактор } i \text{ має середню перевагу перед фактором } j \\ 7, \text{ якщо фактор } i \text{ має сильну перевагу перед фактором } j \\ 9, \text{ якщо фактор } i \text{ має дуже сильну перевагу перед фактором } j \end{array} \right\} \quad (16)$$

Крок 3 проведення анкетування та аналіз якості експертного дослідження.

Для аналізу якості експертизи використовують показник конкордації експертів, який характеризує узгодженість думок експертів. Водночас, розрахунку підлягає сума рангів, що назначені експертами кожному з об'єктів, за формулою :

$$S_j = \sum_{i=1}^n R_{ij} , \quad (17)$$

де R_{ij} – ранг оцінки, даної i -им експертом j -му об'єкту;
 n – кількість експертів.

Середнє значення суми оцінок для всіх об'єктів розраховується за формулою:

$$\bar{S} = \sum_{j=1}^m \frac{S_j}{m} , \quad (18)$$

де m – кількість об'єктів оцінювання.

Також розрахунку підлягає відхилення суми оцінок від середнього значення даної суми за об'єктами експертизи:

$$d_j = S_j - \bar{S} . \quad (19)$$

Коефіцієнт конкордації розраховується за формулою (20):

$$W = \frac{12 \times \sum_{j=1}^m d_j^2}{n^2(m^3 - m)} \quad (20)$$

Даний коефіцієнт змінюється в інтервалі: $W \in [0;1]$. Якщо показник дорівнює одиниці, спостерігається повна узгодженість думок експертів, якщо нулю – абсолютна неузгодженість.

Кроку 4. Оброблення результатів експертизи.

4.1. *Розкладання мети за ієрархією* є визначенням основної мети анкетування, яка в контексті даного дослідження полягає в розрахунку рівня інноваційної діяльності за якісними ознаками. До числа цілей другого порядку належать: порівняння окремих якісних показників інноваційної діяльності; ранжування їх відповідно мети; а також визначення вагомості кожного з показників у рамках кожної зі сфер.

4.2. *Формування матриці порівняння якісних показників інноваційної діяльності* базується на розрахунку середніх значень попарних порівнянь показників для всіх експертів за правилом, наведеним під час описання другого кроку даного алгоритму. Водночас, елемент, зворотній для елемента C_{ij} , розраховується за формулою:

$$C_{ji} = \frac{1}{C_{ij}} \quad (21)$$

4.3. *Перевірка однорідності сформованої матриці* розраховується за таким критерієм:

$$IO = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (22)$$

де λ_{\max} – максимальне власне число матриці порівняння;

n – кількість показників, що аналізуються;

IO – індекс узгодженості.

Водночас, матриця є узгодженою, коли відношення індексу узгодженості до "випадкового індексу" (який має різні значення залежно від кількості чинників) менше або дорівнює 0,10.

Лабораторна робота 6.

Раціоналізація та винахідництво як основа інноваційно-логістичних процесів

Завдання. Удосконалення матеріального стимулювання інноваторів на підприємстві шляхом моделювання системи заохочення.

Збільшення випуску інноваційної продукції є важливим чинником зростання прибутку. Для посилення матеріальної зацікавленості працівників у збільшенні випуску інноваційної продукції необхідно зв'язати між собою рівень збільшення випуску з розміром премій. Для цього були зібрані вихідні дані кількох підприємств про розмір преміювання у відсотках від основного фонду заробітної плати та відсотку випуску інноваційної продукції, якого було досягнуто. Усі дані зведені в табл. 18. На основі вихідних даних побудуйте шкалу заохочення працівників. З переліку даних, наведених у табл. 3, студенти для розрахунків за своїм варіантом видаляють рядок зі своїм номером за журналом.

Порядок виконання завдання

1. *Обґрунтувати функцію заохочення.*

У нашому випадку стимулюючим показником є збільшення випуску інноваційної продукції. Функція заохочення повинна: бути простою; забезпечувати нескладність обчислень за нею; бути зручною для користування; відповідати логіці економічного аналізу взаємозв'язку зростання премій і показника стимулювання. У науковій літературі частіш за все радять використовувати ступеневу функцію $Y = a * X^b$. Ця функція має переваги:

якщо заохочення зростає швидше стимулюючого показника, то параметр "b" буде більше одиниці (функція увігнута);

якщо навпаки, параметр "b" буде менше одиниці, то випукла.

Таблиця 18

Статистичні дані заохочення фахівців підприємств

Номер спостереження	Преміювання за роботу (будь-якого роду), яка призвела до зростання обсягів інноваційної продукції, %	Відсоток збільшення випуску інноваційної продукції, %
1	2	3
1	0,35	0,1

1	2	3
2	0,93	2
3	11,1	9,93
4	3,1	4,1
5	3,9	5
6	4,45	5,8
7	11,6	6,1
8	13,4	12,3
9	0,02	0,2
10	8,46	8,94
11	1,3	2,1
12	11,6	6,7
13	0,72	3,13
14	5,35	6,9
15	12,98	11,7
16	7,48	7,5
17	7,49	8,46
18	11,9	10,675
19	12,95	11,2
20	7	7,8
21	11,8	6,3
22	4	3
23	9,9	9,51
24	12	6,35

2. Розрахувати параметри функції.

Розрахунки параметрів функції заохочення здійснюється таким чином. На початку визначається максимальне і мінімальне значення стимулюючого показника. Для цього обґрунтовуються граничні рівні моделі, тобто X_{\max} і X_{\min} , де в якості X_{\min} може бути обраний середній рівень показника. Потім на основі реальних можливостей підприємства визначається мінімальний і максимальний розміри премій за раніше обґрунтовані межі зміни показника, що стимулюється.

На основі цих даних розраховують параметри покращеної функції заохочення шляхом вирішення системи рівнянь:

$$\begin{cases} Y_{\max} = a \cdot X_{\max}^b \\ Y_{\min} = a \cdot X_{\min}^b \end{cases}, \quad (23)$$

де a і b – параметри функції.

Згідно з вихідними даними, максимальне збільшення випуску продукції (X_{\max}) дорівнює 12,3 %, мінімальне збільшення випуску продукції (X_{\min}) – 0,1 %, максимальне збільшення премії працівника (Y_{\max}) – 12,98 %, мінімальне збільшення премії (Y_{\min}) – 0,35 %).

Таким чином, система рівнянь для коксохімічних підприємств прийняла вигляд:

$$\begin{cases} 0,1298 = a \cdot 0,123 \\ 0,0035 = a \cdot 0,001 \end{cases}$$

Параметр b визначається шляхом ділення першого рівняння на друге:

$$b = \frac{\log \frac{Y_{\max}}{Y_{\min}}}{\log \frac{X_{\max}}{X_{\min}}}, \quad (24)$$

$$b = \frac{\log \frac{0,1298}{0,0035}}{\log \frac{0,123}{0,001}} = \frac{\log 37,09}{\log 123} = \frac{1,569}{2,090} = 0,75.$$

Якщо $b > 1$, то функція увігнута, якщо $b < 1$, то – опукла.

Параметр a обчислюють з наведених вище рівнянь, 1-го:

$$a = \frac{Y_{\min}}{X_{\min}^b}, \quad (25)$$

$$a = \frac{0,0035}{0,001^{0,75}} = \frac{0,0035}{0,00562} = 0,623.$$

На основі побудованої функції заохочення ($Y = 0,623 \times X^{0,75}$) необхідно безпосередньо приступити до визначення розмірів премій за стимульований показник.

3. Обґрунтувати інтервали шкали та обчислити нормативи шкали за обраними інтервалами.

Для спрощення розрахунків на основі функції заохочення будують шкали, де в компактній формі обчислюються розміри премій для будь-якого значення стимулюемого показника.

Розрахунок нормативів шкали можливо проводити у табл. 19, де:

у першій колонці наведені значення початку інтервалів (X);

у другій – розрахунок заохочення по обчисленої раніше функції для прийнятих кордонів інтервалів (X);

третья колонка – різниця між наступним (Yв) і попереднім (Yн) значеннями розмірів заохочення;

у четвертій – різниця між наступним (Xв) і попереднім (Xн) значеннями стимулюючого показника;

у п'ятій – розрахункове значення нормативу приросту заохочення на одиницю приросту стимулюючого показника ($\alpha_{рас} = \Delta Y / \Delta X$);

у шостий – прийняті значення приросту заохочення α ;

в сьомий – розмір заохочення за досягнення нижньої межі інтервалу:

$$Y_i = Y_{i-1} + \alpha_{i-1} \times \Delta X_{i-1}, \quad (26)$$

де Y_{i-1} – заохочення за нижнє значення показника в (i-1)-му інтервалі шкали;

α_{i-1} – норматив приросту заохочення на одиницю зростання стимулюючого показника в попередньому інтервалі;

ΔX_{i-1} – приріст стимулюючого показника в попередньому інтервалі.

Таблиця 19

Розрахунок нормативів шкали преміювання

X	$Y_p = a \times b$	$\Delta Y = Y_v - Y_n$	$\Delta X = X_v - X_n$	$\alpha_{рас} = \Delta Y / \Delta X$	α	Y
0,001	0,004	0,041	0,029	1,428	1,5	0,0035
0,03	0,045	0,031	0,030	1,021	1,0	0,0035 + + 0,029 × 1,5 = = 0,047
0,06	0,076	0,027	0,030	0,895	0,9	0,047 + 0,03 × × 1 = 0,077
0,09	0,102	0,033	0,040	0,813	0,8	0,077 + 0,03 × × 0,9 = 0,104

4. Побудувати шкалу заохочення фахівців за збільшення випуску інноваційної продукції

На основі значень колонок 1, 6 і 7 була побудована шкала заохочення (табл. 20). Прийняті такі значення стимулюючого показника 0, 1 %, 3 %, 6 %, 9 %.

Винагорода за досягнення нижньої межі інтервалу має збігатися із заохоченням за верхню межу в попередньому інтервалі. Так, заохочення за досягнення збільшення випуску на рівні 3 % (у першому інтервалі) складає 4,70 %, таке ж значення стоїть у наступному рядку.

Таблиця 20

Шкала заохочення фахівців за збільшення випуску інноваційної продукції

Збільшення випуску інноваційної продукції, у відсотках	Розмір премій до окладу, %	
	За досягнення нижньої межі інтервалу (γ)	За кожен відсоток перевищення нижньої межі інтервалу (α)
Від 0,1 до 3,0	0,35	1,5
Від 3,0 до 6,0	4,70	1,0
Від 6,0 до 9,0	7,70	0,9
Понад 9,0	10,4	0,8

Використовувати дану шкалу необхідно таким чином: припустимо, що було досягнуто збільшення випуску інноваційної продукції на рівні 7,5 %. Це значення мотивуючого показника потрапляє в третій інтервал шкали (від 6,0 до 9,0), де заохочення за досягнення нижньої межі інтервалу (6,0 %) складає 7,70 %, а за її перевищення, у даному випадку на $7,5 - 6,0 = 1,5$ % додається ще 1,35 %.

Перелік питань за темами самостійної роботи студента

Тема 1. Сутність та зміст моделювання інноваційно-логістичних процесів

1. Інформація як важливий чинник ефективності роботи підприємства.
2. Класифікація інформаційних структур.

3. Інноваційно-логістичний процес, його етапи, стадії та види робіт: фундаментальні дослідження (ФД); прикладні дослідження (ПД); дослідно-конструкторські розробки (ДКР); дослідно-експериментальні розробки (ДЕР); дослідна база наук (ДБН); організаційно-економічна робота (ОЕР); промислове виробництво нових товарів (ПВНТ), масове виробництво.

4. Принципи моделювання інноваційно-логістичних процесів.

Тема 2. Оброблення економічної інформації. Використання процедур класифікації під час моделювання інноваційно-логістичних процесів

1. Оброблення економічної інформації. Основні статистичні параметри економічних показників.

2. Середня величина. Середнє квадратичне відхилення, варіація, ряди розподілу.

3. Обчислювання статичних показників за допомогою пакетів прикладних програм.

4. Використання процедур класифікації під час моделювання інноваційно-логістичних процесів.

5. Завдання, які вирішуються за допомогою кластерного аналізу.

6. Методи кластерного аналізу.

7. Використання пакетів прикладних програм.

8. Методи дискримінантного аналізу.

9. Призначення методів дискримінантного аналізу.

10. Процедури дискримінантного аналізу.

11. Обмеження дискримінантного аналізу.

Тема 3. Використання множинної регресії під час моделювання інноваційно-логістичних процесів

1. Основи факторного аналізу інноваційно-логістичних процесів.

2. Сутність факторного аналізу.

3. Методи вибору чинників під час аналізу інноваційно-логістичних процесів.

4. Використання прикладних програм під час оцінювання впливу чинників на інноваційний процес.

5. Множинна регресія, її сутність, методи побудови регресивних моделей.

6. Сутність множинної регресії.
7. Використання лінійних та нелінійних моделей під час моделювання інноваційно-логістичних процесів.
8. Оцінювання моделей інноваційно-логістичних процесів.
9. Використання пакетів прикладних програм для вибору чинників та обчислювання параметрів регресивних моделей.
10. Пакети прикладних програм.
11. Аналітичне моделювання для вибору факторів та обчислювання параметрів регресивних моделей.

Тема 4. Методи прогнозування інноваційно-логістичних процесів

1. Зміст, функції прогнозування інноваційно-логістичних процесів.
2. Основні поняття.
3. Види прогнозів.
4. Функції та етапи прогнозування.
5. Аналіз та побудова прогновної моделі.
6. Оцінювання інформації під час розроблення моделей.
7. Моделювання об'єктів прогнозування
8. Класифікація об'єктів прогнозування.
9. Основні ознаки класифікації.
10. Завдання аналізу об'єктів прогнозування.
11. Принципи аналізу об'єктів прогнозування. Інформаційне забезпечення прогновної моделі.
12. Види та джерела інформації.
13. Класифікація моделей.
14. Основні засоби вираження моделей.
15. Вимоги до прогновної моделі.
16. Класифікація методів прогнозування.
17. Основні етапи побудови прогновної моделі.
18. Характеристика різних методів прогнозування, та їхнє практичне використання під час моделювання інноваційно-логістичних процесів.
19. Процес моделювання прогнозів інноваційно-логістичних процесів мікро- та макрорівня.
20. Проблеми під час розроблення моделей: відсутність необхідної інформації, вибір моделі та інші.

21. Використання пакетів прикладних програм для обчислювання параметрів моделей.

22. Аналітичне моделювання для обчислювання параметрів прогнозних моделей.

Тема 5. Експертні методи під час моделювання інноваційно-логістичних процесів

1. Сутність експертних методів.
2. Анкета. Методи опитування. Відбір експертів.
3. Формування експертних груп.
4. Колективні та індивідуальні експертні оцінки.
5. Способи оброблення експертних оцінок.
6. Ранжування, попарне порівняння, оцінка узгодженості думок експертів.
7. Перевірка оцінок за допомогою математичних методів.
8. Методи прийняття рішень.
9. Метод колективної генерації ідеї ("мозкового штурму").
10. Метод "Дельфі". Побудова сценаріїв та прогнозних графів.

Тема 6. Раціоналізація та винахідництво як основа інноваційно-логістичних процесів

1. Організація роботи з розвитку раціоналізаторства і винахідництва на підприємстві (ця робота спрямована на вирішення найбільш важливих технічних завдань і підвищення результативності виробництва).
2. Стимулювання за раціоналізацію та винахідництво.
3. Розроблення системи стимулювання за допомогою математичних функцій.
4. Основні положення по розробленню системи стимулювання. Методика обґрунтування параметрів системи.

Щодо процедури класифікації, на самостійне опрацювання виносяться завдання, які студенти виконують на основі власного збору статистичних даних про інноваційну та логістичну діяльність підприємств. Виконуються завдання у програмі **STATISTICA**.

Для вирішення завдань цього типу в системі **STATISTICA** є два модулі – "Кластерний аналіз" і "Дискримінантний аналіз".

"Кластерний аналіз"

Студенти збирають дані про структуру витрат на фундаментальні, науково-дослідні та дослідно-конструкторські роботи підприємств різних галузей або країн. У процесі виконання завдання необхідно провести класифікацію підприємств за рівнем вкладень у науково-дослідні розроблення методами кластерного аналізу, навести основні характеристики виділених кластерів, дати інтерпретацію отриманих результатів.

"Дискримінантний аналіз"

Модуль "Дискримінантний аналіз" використовується у випадку, коли є групи об'єктів інноваційно-логістичної діяльності, та є необхідність у віднесенні нового об'єкта інноваційно-логістичної діяльності до якоїсь групи, а також коли необхідно встановити правила віднесення об'єкта до певної групи.

Водночас об'єкти характеризуються переліком економічних показників. Більша частина об'єктів при цьому може бути вже розкласифікована на дві групи, а меншу частину зазвичай необхідно віднести до певної групи.

Рекомендована література

Основна

1. Кігель В. Р. Оптимізація логістичних рішень : навч. посіб. для студ. спец. "Логістика" / В. Р. Кігель. – Київ : Університет економіки та права "КРОК", 2007. – 136 с.
2. Корпоративная логистика. 300 ответов на вопросы профессионалов / под общ. науч. ред. проф. В. И. Сергеева. – Москва : ИНФРА-М, 2008. – 976 с.
3. Модели и методы теории логистики : учеб. пособ. / под ред. В. С. Лукинського. – 2-е изд. – Санкт-Петербург : Питер, 2007. – 448 с.
4. Пономаренко В. С. Теорія та практика моделювання бізнес-процесів : монографія / В. С. Пономаренко, С. В. Мінухін, С. В. Знахур. – Харків : Вид. ХНЕУ, 2013. – 243 с.
5. Таньков К. М. Моделювання бізнес-процесів у логістиці : конспект лекцій / К. М. Таньков ; Харківський національний економічний університет. – Харків : Вид. ХНЕУ, 2011. – 83 с.

Додаткова

6. Багатовимірний статистичний аналіз / П. О. Іваненко, І. В. Семеняк, В. В. Іванов. – Харків : Вид. "Основа", 1992. – 144 с.
7. Боровиков В. П. Популярное введение в программу STATISTICA. – Москва : КомпьютерПресс, 1998. – 268 с.
8. Боровиков В. П. STATISTICA – статистический анализ и обработка данных в среде Windows / В. П. Боровиков, И. П. Боровиков. – 2-е изд. Стереотип. – Москва : Ин-форм.-изд. дом "Филинь", 1998. – 608 с.
9. Гирко В. Л. Многомерный статистический анализ / В. Л. Гирко. – Москва: Статистика, 1988. – 320 с.
10. Дубров А. М. Многомерные статистические методы : учебник / А. М. Дубров, В. С. Мхитарян, Л. И. Трошин. – Москва : Финансы и статистика, 2000. – 352 с.
11. Єгоршин О. О. Методи багатовимірного статистичного аналізу : навч. посіб. / О. О. Єгоршин, А. М. Зосімов, В. С. Пономаренко. – Київ : ІЗМН, 1998. – 208 с.
12. Єріна А. М. Статистичне моделювання та прогнозування : навч. посіб. – Київ : КНЕУ, 2001. – 172 с.
13. Омелаенко Н. Н. Конспект лекцій по курсу "Исследование операций". – Харьков : Изд. ХНЕУ, 2006. – 98 с.

Інформаційні ресурси

14. Державне агентство України з інвестицій та інновацій. – Режим доступу : <http://www.in.gov.ua/>.
15. Державна служба статистики України. – Режим доступу : <http://www.ukrstat.gov.ua>.
16. Національний Банк України. – Режим доступу : <http://www.bank.gov.ua/>.
17. Пошукові служби Інтернет. – Режим доступу : <http://www.kinder.mksat.net/pages/libfndix/inetfind.htm>.
18. Google Академія. – Режим доступу : <https://scholar.google.com.ua>.

Зміст

Вступ.....	3
Лабораторні завдання	4
Лабораторна робота 1. Сутність та зміст моделювання інноваційно-логістичних процесів.....	4
Лабораторна робота 2. Оброблення економічної інформації. Використання процедур класифікації під час моделювання інноваційно-логістичних процесів.....	12
Лабораторна робота 3. Використання множинної регресії під час моделювання інноваційно-логістичних процесів.....	18
Лабораторна робота 4. Методи прогнозування інноваційно- логістичних процесів.....	27
Лабораторна робота 5. Експертні методи під час моделювання інноваційно-логістичних процесів.....	34
Лабораторна робота 6. Раціоналізація та винахідництво як основа інноваційно-логістичних процесів.....	38
Перелік питань за темами самостійної роботи студента.....	42
Рекомендована література.....	46

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

МОДЕЛЮВАННЯ ІННОВАЦІЙНО- ЛОГІСТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ

**Методичні рекомендації
до лабораторних робіт
та самостійної роботи студентів
спеціальності 073 "Менеджмент"
другого (магістерського) рівня**

Самостійне електронне текстове мережеве видання

Укладачі: **Строкович** Ганна Віталіївна
Верещагіна Ганна Валентинівна

Відповідальний за видання *О. М. Ястремська*

Редактор *О. В. Анацька*

Коректор *Т. А. Маркова*

План 2019 р. Поз. № 68 ЕВ. Обсяг 49 с.

Видавець і виготовлювач – ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 61166, м. Харків, просп. Науки, 9-А

*Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до Державного реєстру
ДК № 4853 від 20.02.2015 р.*