

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ СЕМЕНА КУЗНЕЦЯ**

**СТАТИСТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ
ТА ПРОГНОЗУВАННЯ. МОДУЛЬ 1 ТА 2**

**Методичні рекомендації
до лабораторних робіт та самостійних робіт
для студентів спеціальності 051 "Економіка"
першого (бакалаврського) рівня**

**Харків
ХНЕУ ім. С. Кузнеця
2020**

УДК 519.86(07.034)

C78

Укладачі: О. В. Раєвнєва
О. І. Бровко
В. І. Дериховська

Затверджено на засіданні кафедри статистики і економічного прогнозування.

Протокол № 9 від 01.04.2020 р.

Самостійне електронне текстове мережеве видання

Статистичне моделювання та прогнозування. Модуль 1 та 2
C78 [Електронний ресурс] : методичні рекомендації до лабораторних та самостійних робіт для студентів спеціальності 051 "Економіка" першого (бакалаврського) рівня / уклад. О. В. Раєвнєва, О. І. Бровко, В. І. Дериховська. – Харків : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2020. – 74 с.

Подано лабораторні роботи і методичні рекомендації до їх виконання, метою яких є закріплення й поглиблення знань теоретичного та практичного матеріалу, набуття навичок використання інструментів економіко-математичного моделювання в дослідженні складних соціально-економічних систем за допомогою ППП Statistica.

Рекомендовано для студентів спеціальності 051 "Економіка" першого (бакалаврського) рівня.

УДК 519.86(07.034)

© Харківський національний економічний
університет імені Семена Кузнеця, 2020

Вступ

Швидкий розвиток і широке застосування новітніх пакетів прикладних програм та інструментів обчислювальної техніки зумовлюють необхідність формування нових компетентностей, спрямованих на набуття знань та вмінь використання економіко-математичного моделювання для аналізу складних, масових соціально-економічних явищ та процесів.

Лабораторні роботи призначені для закріплення студентами теоретичних та практичних знань із дисципліни "Статистичне моделювання та прогнозування", набуття навичок роботи з пакетом прикладних програм Statistica, а саме проведення статистичного аналізу, побудова економіко-математичних та економетричних моделей, перевірка адекватності побудованих моделей тощо.

Кожна лабораторна робота містить мету й завдання, а також методичні рекомендації щодо її виконання.

Для захисту лабораторної роботи студенту необхідно оформити індивідуальний звіт, що повинен містити: постановку завдання, роздруковані результати побудови моделі з повним описом кожного етапу моделювання і висновки.

Самостійна робота студентів (СРС) посилює набуття компетентностей, що вони отримують у межах лекційних та практичних занять на підставі розвитку у студентів якостей до перманентного самонавчання, самореалізації і здібності планувати як свій час, так й своє майбутнє.

У табл. 1 наведено професійні компетентності, що формуються у студентів протягом вивчення дисципліни "Статистичне моделювання та прогнозування".

Таблиця 1

Компетентності та результати навчання за дисципліною

Компетентності	Результати навчання
1	2
Здатність набувати теоретичні знання зі статистичного моделювання та прогнозування та отримувати навички формування інформаційного простору дослідження	Визначити об'єкт моделювання, обирати тип економіко-математичних моделей, необхідний для розв'язання прикладної задачі та сформулювати вимогу до її побудови; проводити первинний аналіз інформаційного простору дослідження, перевіряти закон розподілу вихідних рядів даних

Закінчення табл. 1

1	2
Здатність розробляти ефективні рішення з використанням економіко-математичних методів та моделей	Проводити стратифікацію станів модельованої системи (підприємств, організації, регіонів і т. ін.); будувати рейтинг підприємств, організації, регіонів тощо за допомогою методів, заснованих як на кількісній інформації, так і на експертних оцінках; оцінювати погодженість думок експертів та якість проведеної експертизи
Здатність до моделювання взаємозв'язків між економічними процесами та явищами	Проводити оцінювання параметрів лінійної регресійної моделі, визначати її адекватності та за допомогою моделі прогнозувати зміну факторної ознаки; проводити оцінювання регресійної моделі на мультиколінеарність та усувати її за необхідністю; використовувати фіктивні змінні для оцінки впливу якісних факторів на розвиток соціально-економічних систем (підприємств, регіонів і т. ін.); використовувати дисперсійний аналіз для аналізу взаємозв'язків за даними комбінаційних групувань; використовувати індексний аналіз під час моделювання оцінки структурних зрушень у протіканні економічних процесів, визначати коректність розробленої індексної моделі
Здатність використовувати сучасні пакети прикладних програм із метою вирішення завдань моделювання та прогнозування економічних процесів (Statistica, EViews)	Здійснювати моделювання та прогнозування поведінки економічних систем мікро-, і макrorівня (організація, підприємства, функціональний підрозділ і т. ін.) на основі використання модулів сучасних пакетів прикладних програм

Змістовий модуль 1. Методологічні основи статистичного моделювання і прогнозування

Лабораторна робота 1 Формування інформаційної бази моделі. Стратифікація вибірових даних

Мета роботи – закріплення теоретичного та практичного матеріалу дослідження статистичних характеристик варіаційного ряду та опанування студентами навичок стратифікувати статистичні дані за допомогою інструментів пакету Statistica.

Завдання роботи – провести аналіз варіаційного ряду за допомогою описових статистик та сформувати стратифіковану вибірку та надати економічну інтерпретацію отриманим розрахункам.

Методичні рекомендації

Роботу потрібно починати із запуску пакету Statistica, який здійснюється аналогічно запуску інших прикладних програм – через меню ПУСК або використовуючи ярлик.

Вікно системи Statistica складається з наступних основних елементів: рядок заголовка, рядок меню, панель інструментів, робоча область і рядок стану.

Рядок заголовка містить піктограму, назву програми Statistica і три кнопки керування розмірами основного вікна: кнопка мінімізації розмірів вікна; кнопка відновлення розмірів вікна; кнопка закриття вікна.

Рядок меню займає другий рядок основного вікна модуля і за наявності відкритого файлу з даними в робочій області містить так зване випадаюче меню: File – Файл, Edit – Правка, View – Вид, Insert – Вставка, Format – Формат, Statistics – Статистики, Data mining – процедури Data mining Graphs – Графіки, Tools – Інструменти, Data – Дані, Window – Вікно, Help – Довідка.

Панель інструментів містить кнопки для швидкого доступу до найчастіше всього використовуваних команд меню.

Робоча область, в якій виводяться різні документи займає більшу частину основного вікна:

1. Електронна таблиця із вихідними даними. Під час першого відкриття Statistica в робочій області автоматично відкривається новий файл розмірності 10×10 з назвою Spreadsheet.sta.

2. Стартове вікно модуля статистичного аналізу, що використовується.

3. Електронні таблиці з результатами аналізу.

4. Інструменти графічного аналізу.

5. Вікно автозвіту.

Рядок стану розташована в самій нижній частині вікна системи Statistica. Залежно від стану, в якому знаходиться система, рядок стану містить кнопку швидкого доступу до основних статистичних модулів і пунктів меню, а також відображає різну інформацію і дозволяє управляти функціонуванням системи.

Під час оброблення даних і побудови графіків рядок стану містить шкалу прогресу, яка відображає ступінь завершеності процесу оброблення даних та таймер, що відображає час, що минув з початку оброблення.

В якості прикладу, розглянемо значення капіталу 40 банків України станом на 01.09.2012 р. в млн грн (джерело інформації – офіційний сайт Асоціації українських банків).

Для цього в пункті меню **File** системи Statistica вибираємо вкладку **New**. У результаті відкриється вікно створення нового файлу (рис.1.1).

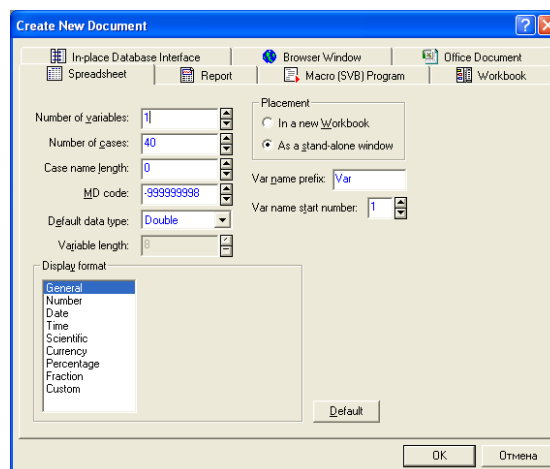


Рис.1.1. Стартове вікно створення нового файлу

Необхідно створити електронну таблицю з однією змінною (1 стовпець) і 40 спостереженнями (рядків) і ввести в неї числові значення. Після цього електронна таблиця виглядатиме наступним чином (рис. 1.2).

	1
	Капітал
ОЩАДБАНК	17816,26
ПРИВАТБАНК	17750,61
УКРСОЦБАНК	9233,952
ПРОМІНВЕСТБАНК	5366,856
АЛЬФА-БАНК	5236,242
ВТБ БАНК	4726,628
ПУМБ	4458,588
ОТП БАНК	4053,314
РОДОВІД БАНК	3619,326
СБЕРБАНК РОСІЇ	3178,131
ДЕЛЬТА БАНК	2947,366
БРОКБІЗНЕСБАНК	2938,624
ФІНАНСИ ТА КРЕДИТ	2864,028
КРЕДИТПРОМБАНК	2385,225
ФІНАНСОВА ІНІЦІАТИВА	1910,922
ІНГ БАНК Україна	1865,866
ПІВДЕННИЙ	1592,481
БТА БАНК	1520,666
ПРАВЕКС-БАНК	1252,849
ІМЕКСБАНК	1230,859
АСТРА БАНК	1113,366
КРЕДІ АГРІКОЛЬ БАНК	1016,28
УНІВЕРСАЛ БАНК	1001,577
ПІРЕУС БАНК МКБ	956,701
УНІКРЕДИТ БАНК	943,772
БАНК КРЕДИТ-ДНІПРО	885,865
МЕГАБАНК	833,342
КИЇВ	786,192
КИЇВСЬКА РУСЬ	729,389
ДІВІ БАНК	714,956
КРЕДОБАНК	700,689
ІНДУСТРІАЛБАНК	700,483
КІВ Креді Агріколь	645,15
КЛІРИНГОВИЙ ДІМ	633,611
УКРІНБАНК	629,101
СІПІБАНК УКРАЇНА	623,186
ТЕРРА БАНК	622,778
ЗЛАТОБАНК	606,734
МАРФІН БАНК	588,358
БМ Банк	573,934

Рис.1.2. Початкові дані

У пункті меню **File** виберіть команду **Save** і збережіть файл у створену папку під будь-яким ім'ям (наприклад, Bank.sta).

Структуру електронної таблиці можливо змінювати за допомогою меню **Data**, вибираючи різноманітні основні функції спостережень і змінних:

- додавати та видаляти (**Add** та **Delete**);
- вирізати та вставляти (**Cut** та **Paste**);
- сортувати та стандартизувати (**Sort** та **Standartize**);
- транспонувати та переносити (**Transpose** та **Move**) та ін.

Розрахунок основних числових характеристик досліджуємого варіаційного ряду можливо провести за допомогою описових статистик. У меню **Statistics** виберіть пункт **Basic statistics / Tables**. У вікні (рис. 1.3) виберіть пункт Descriptive statistics, у результаті чого відкриється вікно розрахунку комплексу описових статистик (рис. 1.3).

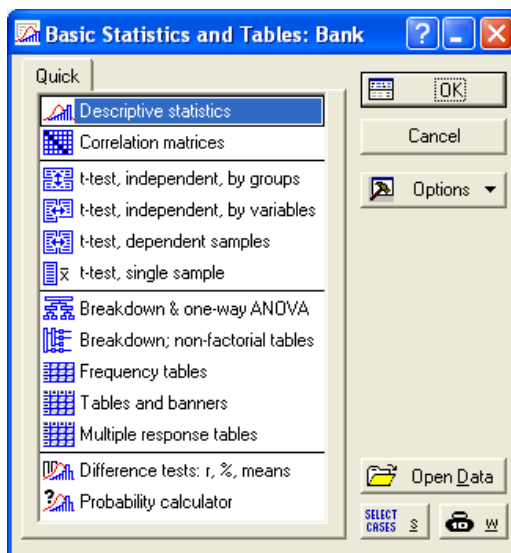


Рис.1.3. Діалогове вікно розрахунку описових статистик

Далі необхідно перейти на вкладку **Advanced** та вибрати показники, які необхідно розрахувати, встановивши прапорці біля них, як показано на рис. 1.4.

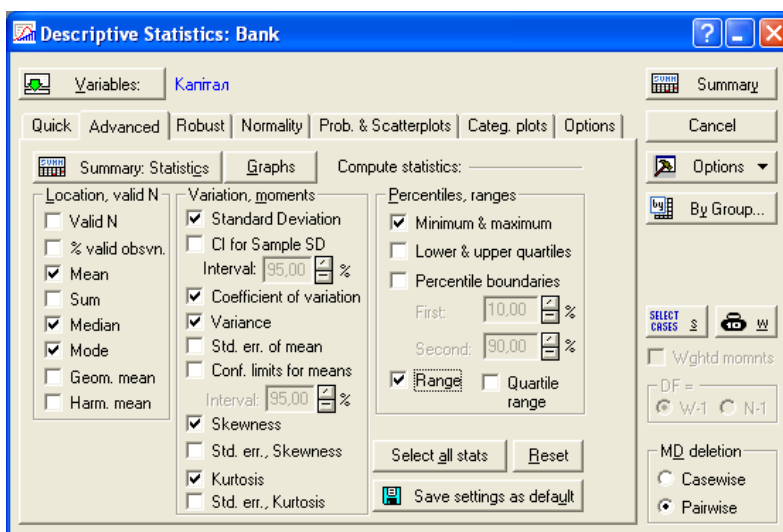


Рис.1.4. Вікно вибору описових статистик

Отже, для аналізу було обрано наступні показники: **Mean** – середнє арифметичне; **Median** – медіана; **Mode** – мода; **Standart Deviation** – середнє квадратичне відхилення; **Variance** – дисперсія; **Skewness** – асиметрія; **Kurtosis** – ексцес; **Minimum & Maximum** – мінімальне та максимальне значення; **Range** – розмах варіації; **Coefficient of variation** – коефіцієнт варіації.

Система здійснить розрахунок зазначених показників і представить результати у вигляді таблиці (рис. 1.5) після натискання кнопки



Descriptive Statistics (Bank)												
Variable	Mean	Median	Mode	Frequency of Mode	Minimum	Maximum	Range	Variance	Std.Dev.	Coef.Var.	Skewness	Kurtosis
Kaniran	2781,356	1172,113	Multiple	1	573,9340	17816,26	17242,32	15510760	3938,370	141,5989	3,043798	9,622438

Рис. 1.5. Вікно результатів розрахунку описових статистик

У системі Statistica досить потужний графічний інструментарій: гістограми, точкові і лінійні графіки, двовимірні та тривимірні і т. д. Розглянемо деякі види статистичних 2D гістограм:

2D Histogramms є графічними уявленнями розподілу частот вибраних змінних. Для кожного інтервалу (класу) малюється стовпець, висота якого пропорційна частоті класу. Гістограма наочно показує, які значення або діапазони значень досліджуваної змінної є найбільш частими, наскільки сильно вони розрізняються, як сконцентровано більшість спостережень навколо середнього, є розподіл симетричним чи ні, чи має воно моду або кілька мод. Розрізняють декілька видів гістограм.

2D Histogramms Regular (прості) являють собою стовбчасту діаграму розподілу частот для обраної змінної (якщо вибрано більше однієї змінної, то для кожної з них буде побудований окремий графік).

2D Histogramms Multiple (складові) зображують розподіл частот для декількох змінних на одному графіку. Частоти для всіх змінних відкладаються по лівій осі Y. Значення всіх досліджуваних змінних відкладаються по одній осі X, що полегшує порівняння аналізованих змінних.

2D Histogramms Double-Y (з подвійною віссю Y). Гістограму з подвійною віссю Y можна вважати комбінацією двох по-різному масштабованих

складових гістограм. Для цієї гістограми можна вибрати дві різні групи змінних. Для кожної з обраних змінних буде зображено розподіл частот, але частоти змінних із першого списку, званого Left Y (ліва вісь Y), відкладаються по лівій осі Y, а частоти змінних із другого списку, так званого Right Y (права вісь Y), відкладатимуться по правій осі Y. Цей графік корисний для візуального порівняння розподілів змінних із різними частотами.

2D Histograms Hanging Bars (висячі стовпці). Гістограма висячих стовпців є "наочним критерієм перевірки на нормальність розподілу", який допомагає визначити області розподілу, де виникають розбіжності між спостережуваними та очікуваними нормальними частотами. Вважається, що стовпчики, що представляють частоти, які спостерігаються, для послідовних діапазонів значень, "підвішуються" до найбільш придатної нормальної кривої. Якщо досліджуваний розподіл добре наближається до нормальної кривої, то нижні ребра всіх стовпців повинні утворити пряму горизонтальну лінію.

Наприклад, побудуємо гістограму розподілу банків за капіталом. Для цього в меню Graphs необхідно вибрати Histograms (Гістограми), після чого потрібно вибрати змінну "Капітал". Результат аналізу поданий на рис. 1.6.

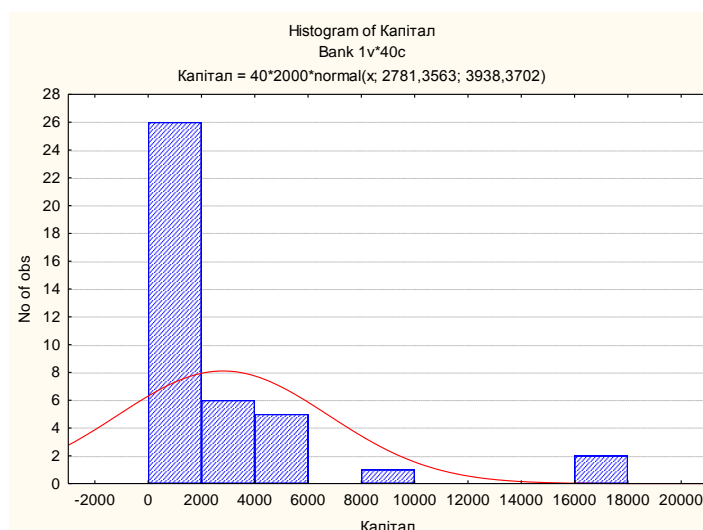



Рис. 1.6. Гістограма розподілу банків за капіталом

Результати всіх процедур у системі Statistica: створення електронної таблиці з даними статистичного аналізу, побудови графіків і т. ін. можуть бути перенесені в Автозвіт. Для створення файлу звіту необхідно на панелі інструментів знайти пункт **Add to Report**, вибрати New Report (Новий звіт). У результаті відкриється вікно з файлом звіту, в який автоматично буде внесено електронну таблицю з вихідними даними (рис. 1.7).

	1
	Капітал
ОЩАДБАНК	17816,26
ПРИВАТБАНК	17750,61
УКРСОЦБАНК	9233,952
ПРОМІНВЕСТБАНК	5366,856
АЛЬФА-БАНК	5236,242
ВТБ БАНК	4726,628
ПУМБ	4458,588
ОТП БАНК	4053,314
РОДОВІД БАНК	3619,326
СБЕРБАНК РОСІЇ	3178,131
ДЕЛЬТА БАНК	2947,366
БРОКБІЗНЕСБАНК	2938,624
ФІНАНСИ ТА КРЕДИТ	2864,028
КРЕДИТПРОМБАНК	2385,225
ФІНАНСОВА ІНІЦІАТИВА	1910,922
ІНГ БАНК Україна	1865,866
ПІВДЕННИЙ	1592,481
БТА БАНК	1520,666
ПРАВЕКС-БАНК	1252,849
ІМЕКСБАНК	1230,859
АСТРА БАНК	1113,366
КРЕДІ АГРІКОЛЬ БАНК	1016,28
УНІВЕРСАЛ БАНК	1001,577
ПІРЕУС БАНК МКБ	956,701
УНІКРЕДИТ БАНК	943,772
БАНК КРЕДИТ-ДНІПРО	885,865

Рис.1.7. Діалогове вікно автозвіту

Файл звіту є звичайним текстовим файлом, тому він може редагуватися тими ж способами, що та інші текстові файли. Після створення необхідно зберегти файл звіту під будь-якою зручною назвою.

Для автоматичного додавання результатів роботи у файл звіту необхідно виконувати наступну послідовність дій. Під час відкриття початкового вікна статистичного аналізу або вікна побудови графіків необхідно знайти і натиснути на цьому вікні кнопку  Options і вибрати Output

(Виведено). В результаті буде відкрито вікно опцій виведення результатів (рис. 1.8).

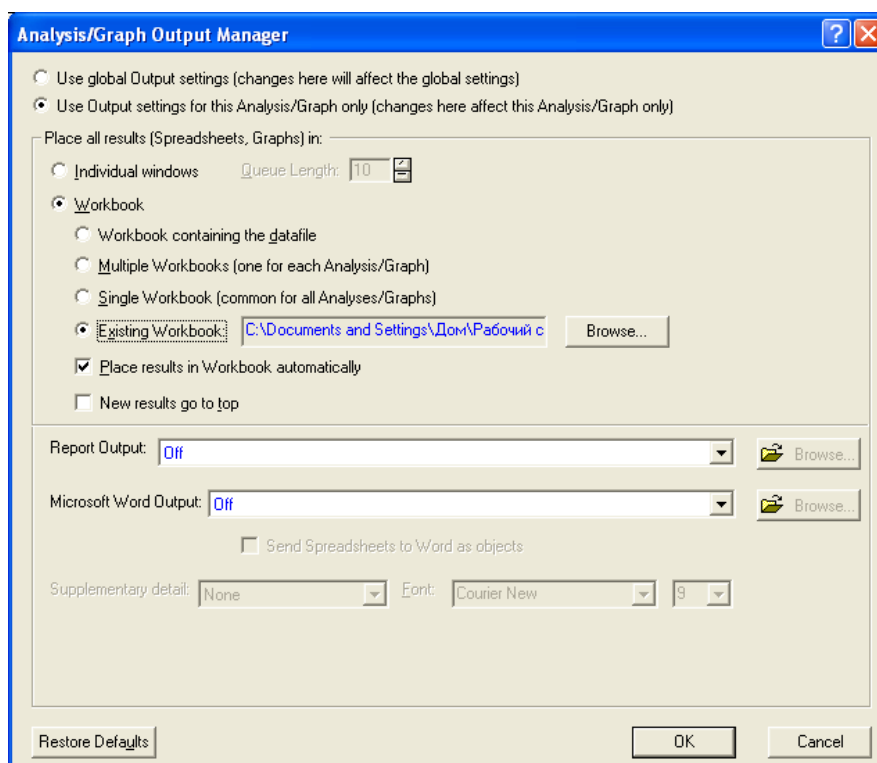


Рис.1.8. Вікно встановлення параметрів внесення результатів до автозвіту

Установіть опції виведення так, як показано на рис. 1.8. Після встановлення вказаних опцій усі результати, автоматично додаватимуться у файл звіту.

Далі необхідно провести стратифікацію даних. Під стратифікацією розуміється визначення верств (страт) у багат шаровому явищі, тобто залежностей особливого виду.

Стратифікація статистичних даних в пакеті Statistica проводиться за допомогою модуля **Data / Create a Subset / Random Sampling** (Данные / Подмножество / Случайный выбор). Цей модуль має три вкладки **Simple Sampling** (Простий вибір), **Stratified Sample** (Стратифікований вибір) та **Options** (Опції) (рис. 1.9).

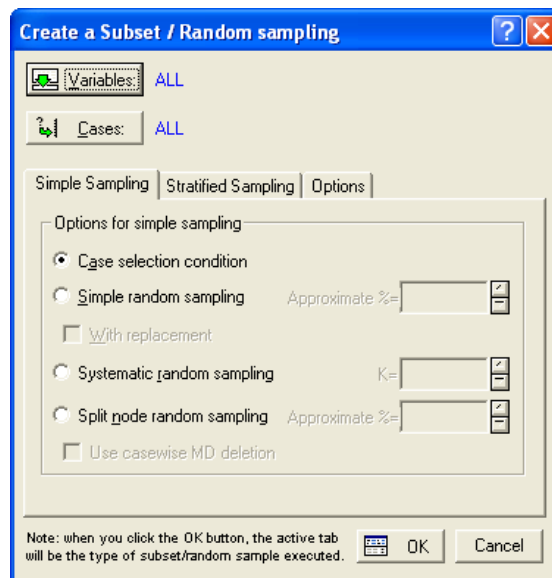


Рис. 1.9. Діалогове вікно модуля "Випадковий відбір"

За допомогою вкладки Simple Sampling можливо виконувати:

Case selection condition (Використовувати умови вибору спостережень). Користувач самостійно вибирає змінні і визначає умови вибору спостережень у файлі даних.

Simple random sampling (Проста випадкова вибірка). У разі вибору цього правила, дані вибиратимуться випадковим чином.

Systematic random sampling (Систематичний випадковий вибір). Використовуючи даний метод, підмножина буде складатись за допомогою систематичного випадкового вибору.

Наприклад, якщо ввести число 5 у полі K =, то серед перших п'яти спостережень буде випадковим чином обрано одне, а потім система вибиратиме кожне п'яте спостереження із вихідних даних.

Split node random sampling (Розділений випадковий вибір). У разі вибору цього методу, всі спостереження будуть випадковим чином розділені на два файли даних. Необхідно вказати відсоток спостережень (або приблизне число спостережень).

Розглянемо процедуру формування стратифікованої вибірки за допомогою інструментів пакету Statistica на прикладі рейтингу 100 страхових компаній України, які розподілено за змінною рівень стабільності, що приймає 2 значення: "стабільна/нестабільна". При цьому 60 % компаній є стабільними, 40 % – нестабільними. Дані також характеризуються ще п'ятьма змінними, такими як: премії, питома вага в портфелі, виплати, рівень виплат, рівень перестраховування.

Необхідно створити пропорційну вибірку з однаковим розміром для обох страт (по 15 спостережень для кожної страти), яка дозволить більш точно представити рідкісні події нестабільних страхових компаній та отримати більш точний прогноз про нестабільні компанії (рис. 1.10).

Для того, щоб побачити нерівномірність даних побудуємо гістограму початкових даних (рис. 1.11), за допомогою вкладки Graphs/Histograms. На гістограмі видно, що дані розподілені нерівномірно, тобто припущення про те, що всі страхові компанії є стабільними є правильним в 60 % випадків.

	1	2	3	4	5	6	7
	Страхові компанії	Премії, тис. грн	Питома вага в портфелі, %	Виплати, тис. грн	Рівень виплат, %	Рівень перестраховування, %	Рівень стабільності
1	ALLIANZ УКРАИНА	327,2	0,45	146,4	44,74	-22	нестабільна
2	PZU УКРАИНА	3663,7	2,29	573,3	15,65	10,62	стабільна
3	QBE УКРАИНА	695,7	1,89	10	1,44	7,59	нестабільна
4	АКСОР	6059,9	58,32	2,4	0,04	79,33	стабільна
5	АЛЬЯНС УКРАИНА	2277,5	15,79	0	0	48,56	стабільна
6	АКТИВ-СТРАХОВАЧ	32,5	0,01	0	0	52,57	стабільна
7	АРМА	66810,9	32,14	412,7	0,63	0,35	стабільна
8	АЛЬФА СТРАХОВАЧ	1560,5	1,68	505,6	32,4	1,92	стабільна
9	АХА	823	4,63	18,8	2,28	17,76	стабільна
10	АЛЬФА-ГАРАНТ	320,9	0,09	1536	478,65	7,53	стабільна
11	АЛЬЯНС	434	0,25	8	1,84	1,15	нестабільна
12	АРСЕНАЛ СТРАХОВ	58529	30,51	28,6	0,05	18,36	стабільна
13	АСКА	3918,7	1,01	342,6	8,74	1,21	стабільна
14	АСКО-ДОНБАСС СЕР	5982,3	14,29	1517,5	25,37	19,07	стабільна
15	АСКО-МЕДСЕРВИС	8	0,01	0	0	0	нестабільна
16	АХА СТРАХОВАНИЕ	2997	0,78	898	29,96	5,57	стабільна
17	БРОКБИЗНЕС	275,2	0,43	130	47,24	0	нестабільна
18	БУСИН	1976,8	6,07	0	0	28,13	стабільна
19	ВиДи - СТРАХОВАН	10,1	0,02	0	0	16,98	стабільна
20	ВОЕННО-СТРАХОВ.	468,6	1,39	50,6	11,03	1,98	нестабільна
21	ВУСО	2908	2,72	0,5	0,02	38,07	стабільна
22	ГАРАНТ-АВТО	598,1	0,62	200,5	33,52	93,83	нестабільна
23	ГАРАНТИЯ СО	373,8	1,58	34,9	9,34	0,83	нестабільна
24	ГОРОДСКАЯ СТРАХ	1221,3	0,6	0	0	57,25	стабільна
25	ГАРАНТИЯ СОСДО	2125,5	7,54	157,8	7,42	23,54	стабільна
26	ДЖЕНЕРАЛИ ГАРА	199,2	0,31	237,1	119,03	12,46	стабільна
27	ГАРАНТ-СИСТЕМА	11,7	0,01	0	0	44,23	стабільна
28	ГЛОБУС	485,8	1,05	0,5	0,1	0,35	нестабільна
29	ГРАВЕ УКРАИНА	489,8	2,9	3,4	0,69	13,37	нестабільна
30	ДИНАСТИЯ	2646,2	6,21	63,9	1,75	39,12	стабільна
31	ДОБРОБУТ	1291,2	1,39	26,6	2,06	0	стабільна
32	ДОБРОБУТ ТА ЗАХ	1338,2	1,44	3	0,22	34,16	стабільна
33	ДОВЕРИЕ И ГАРАН	4075,1	42,09	17	0,42	0	стабільна
34	ЕВРОПЕЙСКИЙ МИ	3005,4	4,71	187,1	6,23	32,19	стабільна
35	ЕВРОПЕЙСКИЙ СТИ	625	1,43	201,2	32,19	0,69	нестабільна
36	ЕВРОПЕЙСКИЙ СТИ	3516,2	8,06	448,9	12,77	33,71	стабільна
37	ЕВРОПЕЙСКОЕ ТИ	2655	14,44	422	15,89	18,83	стабільна
38	ИЛЬЧЕВСКОЕ	1238,1	1,94	65,3	5,27	21,06	нестабільна
39	ИНГО УКРАИНА	2708,3	1,06	1076,3	39,74	3,01	стабільна
40	ИНДИГО	1286,2	3,66	17,1	1,33	10,36	стабільна
41	ИНТЕР	1219,4	11,73	0	0	52,06	стабільна
42	ПЗУ УКРАИНА	509,8	3,81	0	0	47,4	стабільна
43	ИНТЕР ЭКСПРЕСС	3	0,03	0	0	57,25	нестабільна

Рис. 1.10. Фрагмент таблиці з початковими даними

Це досить неточний прогноз. Для того, щоб отримати більш якісний прогноз дані, які було стратифіковано випадковою вибіркою, необхідно вирівняти. Виберемо вкладку Data/Create a Subset/Random sampling.

Далі з'явиться діалогове вікно для створення вибірок (рис. 1.12).

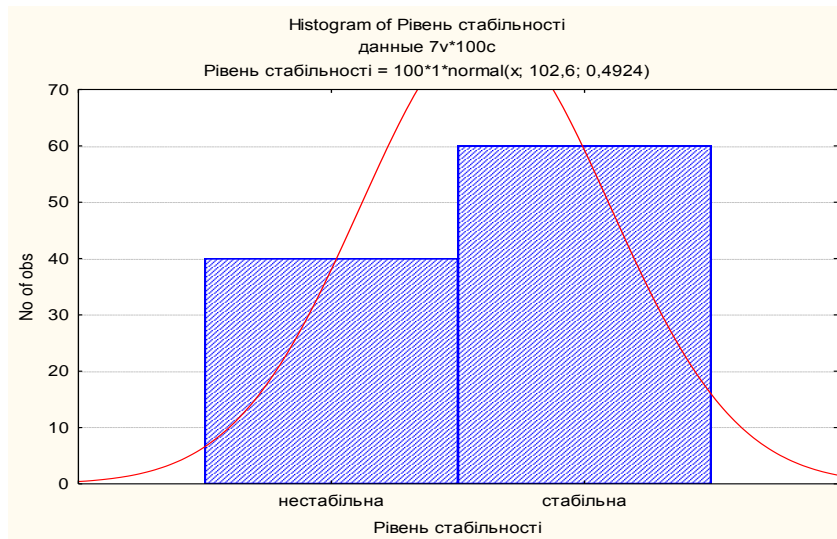


Рис. 1.11. Гістограма початкових даних

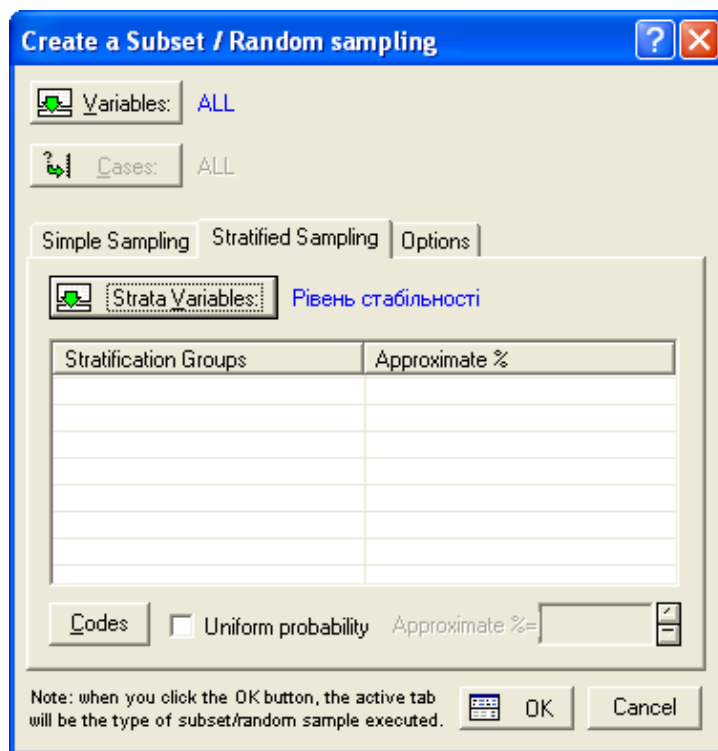


Рис. 1.12. Діалогове вікно випадкового формування підмножин

Вибираємо вкладку Stratified Sample, в якій є кнопка Strata Variables, що визначає змінну страти. Змінна страти – змінна, для якої вибираються пропорції вибірок, для нашого приклада це рівень стабільності.

Потім натискаємо кнопку Codes, яка дозволяє вибрати категорії цієї змінної страти. Оскільки, за умовою завдання потрібно використовувати рівень стабільності та стабільний і нестабільний, вибираємо кнопку all (рис. 1.13).

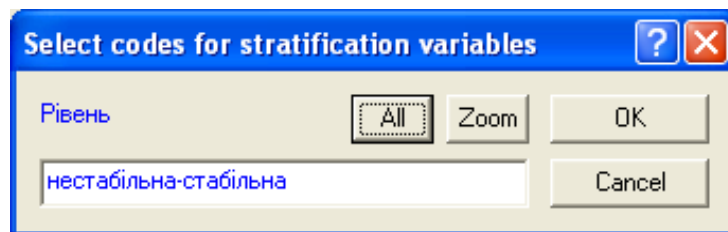


Рис. 1.13. Вікно вибору категорій змінної страти

Масштаб зображення Zoom дозволяє вибрати категорії і побачити сітки страти (рис. 1.14).

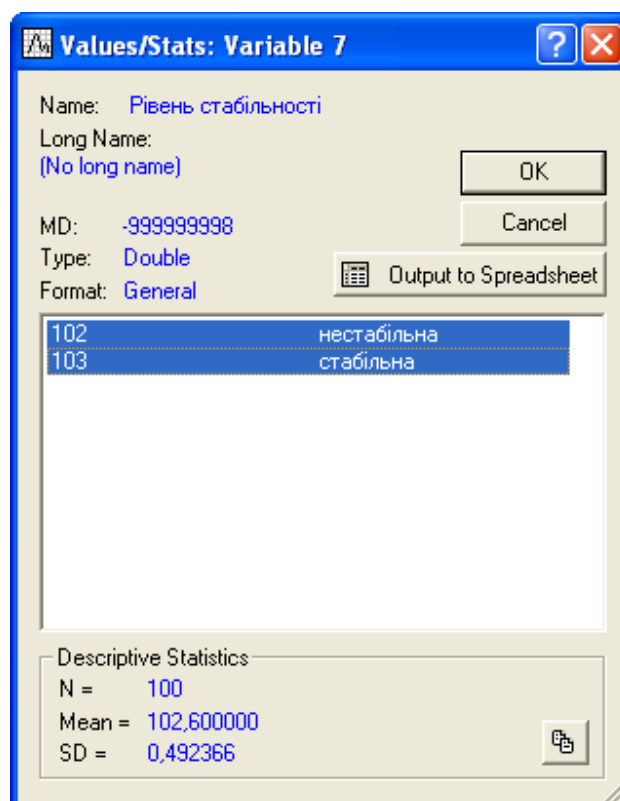


Рис. 1.14. Вікно сітки страт

Для того, щоб вибрати розмір вибірки необхідно внести зміни (рис. 1.15) у вкладці options.

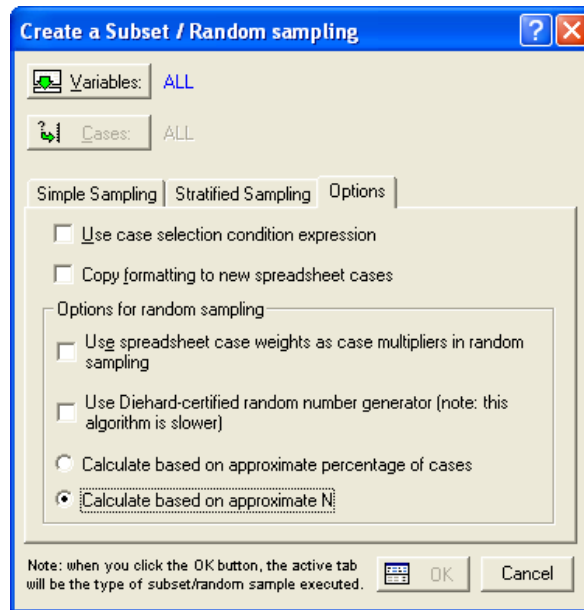


Рис. 1.15. Діалогове вікно вибору опцій

Потім змінити число спостережень приблизно до 15 на кожну категорію змінної страти (рис. 1.16).

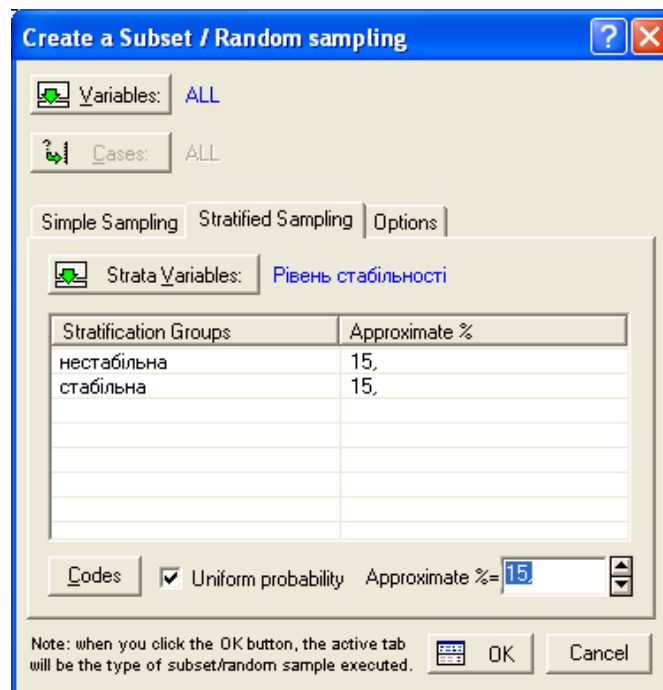
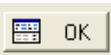


Рис. 1.16. Вікно вибору кількості спостережень у кожній страті

Далі натискаємо кнопку  та отримуємо таблицю зі стратифікованою вибіркою (рис. 1.17).

1	2	3	4	5	6	7
Страхові компанії	Премії, тис. грн	Літома вага в портфелі, %	Виплати, тис. грн	Рівень виплат, %	Рівень перестраховування, %	Рівень стабільності
1 АЛЬФА-ГАРАНТ	320,9	0,09	1536	478,65		7,53 стабільна
2 АЛЬЯНС	434	0,25	8	1,84		1,15 нестабільна
3 АСКО-МЕДСЕРВІС	8	0,01	0	0		0 нестабільна
4 Види - СТРАХОВАН	10,1	0,02	0	0		16,98 стабільна
5 ГАРАНТІЯ СО	373,8	1,58	34,9	9,34		0,83 нестабільна
6 ГАРАНТІЯ СОСДО	2125,5	7,54	157,8	7,42		23,54 стабільна
7 ЕВРОПЕЙСКИЙ МИ	3005,4	4,71	187,1	6,23		32,19 стабільна
8 ЕВРОПЕЙСКИЙ СТИ	3516,2	8,06	449,9	12,77		33,71 стабільна
9 КНЯЖА	1634,2	1,59	48,6	2,97		5,78 стабільна
10 КРЕДО	3558,5	19,87	3499,5	98,34		35,74 стабільна
11 КРЕМЕНЬ	8226,9	2,86	3,8	0,05		33,71 стабільна
12 КРОНА	902,7	2,57	9,6	1,06		60,69 стабільна
13 ЛЕММА	378,2	0,17	0	0		0 нестабільна
14 ЛИДЕР РЕ	2137,1	9,02	163,3	7,64		74,44 стабільна
15 МИР СК	25,6	0,08	0	0		24,97 стабільна
16 НАСТА	1311,8	3,47	22,5	1,72		44,99 стабільна
17 НЕФТЕГАЗСТРАХ	893,6	3,47	1,3	0,15		56,19 стабільна
18 ОМЕГА	792,9	2,81	140,8	17,76		4,25 нестабільна
19 ПРОМШЛЕННО С	935,1	5,17	0	0		18,07 стабільна
20 ПРОСТО-СТРАХОВ	1685	2,15	122	7,33		1,02 нестабільна
21 РАРИТЕТ	1,92	0	0	0		0 нестабільна
22 САЛАНДРА-УКР	136,3	0,07	0	0		0 нестабільна
23 ФКС	528,5	1,15	14,2	2,69		3,52 нестабільна
24 УКРАИНСКАЯ ОХРА	1549	4,35	8,3	0,54		9,22 нестабільна
25 УСК	93	0,02	0	0		59,12 нестабільна
26 УКРАИНСКИЙ СТРА	1099,5	3,38	9	0,82		68,21 нестабільна
27 УОСК	1179,3	2,7	111,2	9,43		94,81 нестабільна
28 ХАРЬКОВСКАЯ МУ	35,1	0,04	0	0		0,65 нестабільна
29 ХДИ СТРАХОВАНИЕ	2094	2,17	760	36,29		34,01 стабільна
30 ЭКСПРЕСС СТРАХ	636,7	1,08	0	0		0 нестабільна
31 ЭНЕРГОПОЛИС	1302,4	0,88	0	0		15,64 стабільна

Рис. 1.17. Таблиця стратифікованих даних

За отриманими даними (рис. 1.17) створюємо гістограму стратифікованої вибірки (рис. 1.18).

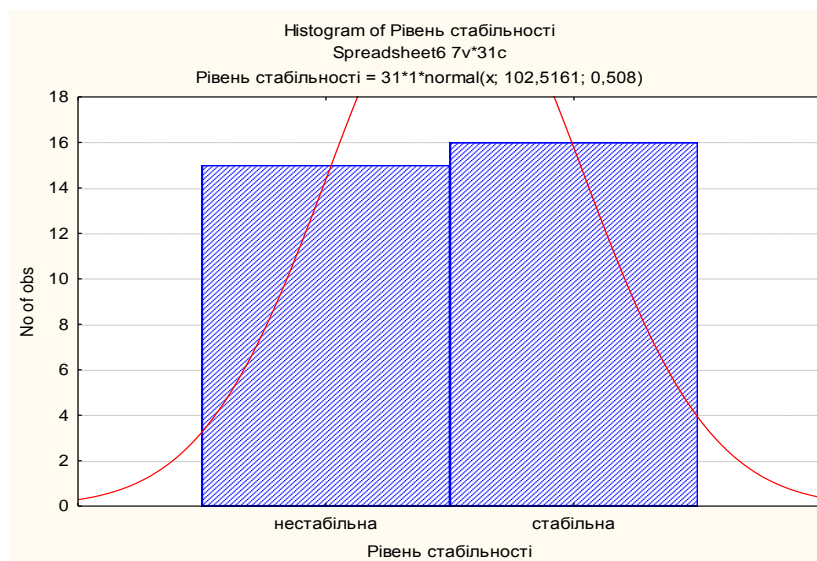


Рис. 1.18. Гістограма стратифікованої вибірки

З гістограми видно, що пропорція нестабільних та стабільних страхових компаній уже майже однакова, чого і треба було досягти за умовою завдання.

Запитання для самоконтролю

1. У чому є необхідність використання економіко-математичних моделей в процесі аналізу соціально-економічних систем?
2. У чому полягає різниця між суворо детермінованими моделями та моделями, що враховують невизначеність?
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 самостійної роботи

Завдання 1. Необхідно знайти просторові одномірні дані (щонайменше 30 спостережень та виконати статистичний аналіз за допомогою описових статистик та графічних процедур. Зробити висновки та навести економічну інтерпретацію результатів.

Завдання 2. На прикладі рейтингу 100 страхових компаній України, які розподілено за змінною рівня стабільності, що приймає 2 значення: "стабільна/нестабільна". Водночас 60 % компаній є стабільними, 40 % – нестабільними. Дані також характеризуються ще п'ятьма змінними, такими, як: премії, питома вага в портфелі, виплати, рівень виплат, рівень перестраховування. Була проведена 30 %, пропорційна стратифікація. Необхідно визначити статистичні характеристики отриманих страт та порівняти з відповідними характеристиками всієї вибірки.

Завдання 3. Необхідно дослідити індекс промислової продукції за період з 2010 по 2019 рр., перевірити закон розподілу досліджуваних показників, а також гіпотезу про те, що розбіжність в індексі промислової продукції для галузей є випадковою.

Семінарське заняття 1

Формування інформаційної бази моделі і опис об'єкта моделювання

Семінарське заняття – форма навчального заняття, на якому викладач організовує дискусію навколо попереднього визначення тем, до котрих слухачі готують презентації виступів на підставі індивідуально виконаних завдань (питань).

Питання для семінарського заняття:

1. Поняття інформаційної бази моделі, способи її формування.
2. Випадковість і невизначеність в економічному розвитку.
3. Типи невизначеності. Особливості пошуку інформації за різних типів невизначеності.
4. Графічний і аналітичний вид густини розподілу.
5. Методи перевірки закону розподілу випадкових величин.

Запитання для самоконтролю

1. Які є властивості складної системи?
2. У чому полягає відмінність між категоріями інформаційний простір та інформаційний ресурс, інформація та данні, 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?

Семінарське заняття 2

Експертні методи прогнозування, їх зміст та суттєві відмінності

Питання для семінарського заняття:

1. Експертні методи прогнозування: загальні поняття.

2. Поняття експертизи, етапи експертизи.
3. Поняття компетентності експертів та визначення оптимальної чисельності експертів.
4. Методи перевірки якості експертизи.
5. Експертні методи побудови рейтингу.

Запитання для самоконтролю

1. Яка область застосування експертних оцінок?
2. Які переваги й недоліки методів колективних і індивідуальних експертних оцінок?
3. Які роботи проводять на етапі підготовки експертної оцінки?
4. Як формується група експертів?
5. Які вимоги ставляться до анкети?
6. Яку роботу вміщує в себе підготовка експертної оцінки?
7. Як визначають якісний та кількісний склад групи експертів?
8. Які існують методи обробки результатів експертної оцінки?
9. Як визначають узгодженість думок експертів?
10. Які існують методи обробки експертних оцінок?

Лабораторна робота 2

Багатофакторне ранжування

Мета роботи – опанування студентами навичок проведення ранжування економічних об'єктів різними методами.

Завдання роботи – провести оцінку та аналіз економічної безпеки України використовуючи різні методи ранжування.

Методичні рекомендації

В якості об'єктів дослідження виступають 15 країн світу Австрія, Бельгія, Болгарія, Фінляндія, Франція, Германія, Італія, Польща, Іспанія, Швеція, Швейцарія, Великобританія, Білорусія, Україна і Росія. Вхідні данні дослідження представлені в табл. 2.1. З таблиці видно, що для 15

країн притаманні різнопланові значення обраних для аналізу п'яти показників енергетичної безпеки, а саме:

1. Частка власних джерел у балансі паливно-енергетичних ресурсів держави, % (ЧВД).
2. Частка домінуючого паливного ресурсу у споживанні паливно-енергетичних ресурсів, % (ЧДП).
3. Енергоємність ВВП, кг умовного палива/грн. (ЄЄВВП).
4. Обсяг видобутку вугілля, млн тонн (ОВВ).
5. Ступінь забезпечення паливно-енергетичними ресурсами (СЗР).

Таблиця 2.1

Значення показників енергетичної безпеки

Країни	ЧДП	ЄЄВВП	ОВВ	ЧВД	СЗР
Австрія	0,512517	8,139704	28,08643	0,657682	1,229883
Бельгія	0,441011	11,18419	46,6101	0,423147	1,198028
Болгарія	0,390566	67,68311	473,7965	0,728101	0,629035
Фінляндія	0,659931	13,74058	0	0,644842	1,181073
Франція	0,598438	7,578963	6,85112	0,746463	0,569163
Германія	0,425501	9,358731	2911,118	0,671615	0,998937
Італія	0,422215	9,180896	4,465834	0,526936	1,333184
Польща	0,447059	27,10571	6933,373	1,057638	1,030381
Іспанія	0,493978	10,29191	4295,369	0,61782	0,923633
Швеція	0,828147	8,865035	0	0,909419	0,948364
Швейцарія	0,694735	4,621731	0	0,75509	0,952061
Великобританія	0,389766	7,828034	1005,633	1,954056	2,160322
Білорусь	0,603121	80,72323	0	0,521061	1,342974
Росія	0,562118	121,3625	3960,709	2,899916	2,942098
Україна	0,541134	179,2357	2740,338	0,676241	1,076723

Для того щоб провести ранжування країн необхідно:

1. *Формування матриці спостережень.* Із цією метою в новоствореній книзі MSExcel 2007 будуємо таблицю відповідно до наведеної вище (табл. 2.1) та вводимо до неї вихідні данні (рис. 2.1).

Книга1 - Microsoft Excel

Файл Главная Вставка Разметка страницы Формулы Данные Рецензирование Вид

Обычный Разметка страницы Представления Во весь экран Режимы просмотра книги

Линейка Строка формул Масштаб 100% Масштаб по выделенному

Новое окно Разделить Упорядочить все Закрепить области * Отобразить Сохранить рабочую область Перейти в другое окно Макросы

А1 Країни

	А	В	С	Д	Е	Ф	Г	Н	І	Ј	К	Л	М	Н	О	Р	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
1	Країни	ЧДП	ЕЄВВП	ОВВ	ЧБД	СЗР																				
2	Австрія	0,5125	8,1397	28,086	0,8577	1,2299																				
3	Бельгія	0,441	11,184	46,61	0,4231	1,198																				
4	Болгарія	0,3908	67,683	473,8	0,7281	0,629																				
5	Фінляндія	0,6598	13,741	0	0,6448	1,1811																				
6	Франція	0,5984	7,579	8,8511	0,7485	0,5692																				
7	Німеччина	0,4255	9,3587	2911,1	0,8716	0,9989																				
8	Італія	0,4222	9,1809	4,4658	0,5269	1,3322																				
9	Польща	0,4471	27,106	6933,4	1,0576	1,0304																				
10	Іспанія	0,484	10,292	4295,4	0,6178	0,9236																				
11	Швеція	0,5281	8,685	0	0,9094	0,9484																				
12	Швейцарія	0,6947	4,6217	0	0,7551	0,9521																				
13	Великобританія	0,3898	7,828	1005,6	1,9541	2,1603																				
14	Білорусь	0,8031	80,723	0	0,5211	1,343																				
15	Росія	0,5621	121,36	3960,7	2,8999	2,9421																				
16	Україна	0,5411	179,24	2740,3	0,8762	1,0767																				

Готово

пуск

СМП_1_та 2 модуль... СМП_1 модуль_2020 Fwd: MA4201 - ol.v... Microsoft Excel - Кни...

UK Мой компьютер 70% 13:47

Рис. 2.1. Формування матриці вихідних даних

2. Визначити рейтинг країн за показником енергоємність ВВП, кг умовного палива/грн. (ЕЄВВП) та побудувати їх ренкінг. Для цього проводиться сортування показників за стовпцем ЕЄВВП за зростанням ознаки (рис. 2.2). Виходячи з того, що обраний показник є дестимулянт, то рейтингове місце 1 віддається країні з найменшим значенням показника.

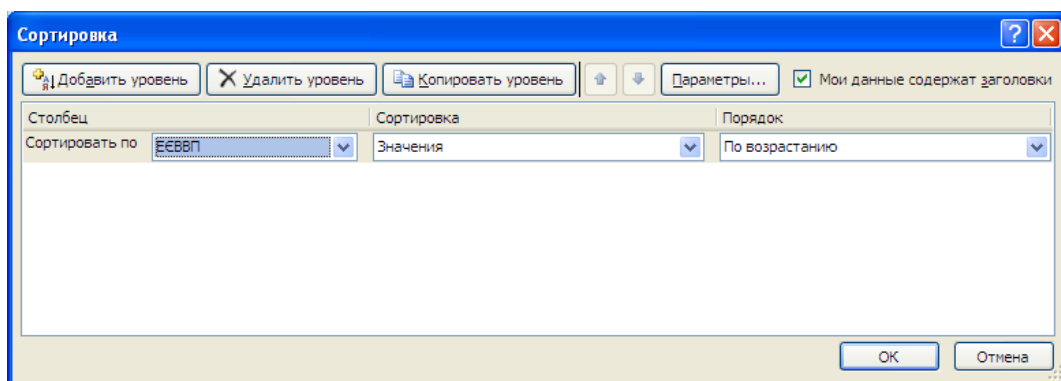


Рис. 2.2. Сортування за обраною ознакою

У табл. 2.2 подано ренкінг країн світу за показником енергоємності ВВП.

Ренкінг країн світу за показником енергоємності ВВП

№ п/п	Країна	ЧДП	ЄСВВП	ОВВ	ЧВД	СЗР
1	Швейцарія	0,694735	4,621731	0	0,75509	0,952061
2	Франція	0,598438	7,578963	4,139735	0,746463	0,569163
3	Великобританія	0,389766	7,828034	606,1022	1,954056	2,160322
4	Австрія	0,512517	8,139704	2,295999	0,657682	1,229883
5	Швеція	0,828147	8,865035	0	0,909419	0,948364
6	Італія	0,422215	9,180896	2,592751	0,526936	1,333184
7	Германія	0,425501	9,358731	2408,544	0,671615	0,998937
8	Іспанія	0,493978	10,29191	385,999	0,61782	0,923633
9	Бельгія	0,441011	11,18419	4,823341	0,423147	1,198028
10	Фінляндія	0,659931	13,74058	0	0,644842	1,181073
11	Польща	0,447059	27,10571	2792,817	1,057638	1,030381
12	Болгарія	0,390566	67,68311	182,7928	0,728101	0,629035
13	Білорусь	0,603121	80,72323	0	0,521061	1,342974
14	Росія	0,562118	121,3625	5683,912	2,899916	2,942098
15	Україна	0,4057	130,269	1396,38	0,676241	1,21

3. Розрахунок узагальнюючого показника рівня розвитку. Стандартизація ознак. Стандартизації матриці вихідних даних проводиться за формулами:

$$z_{ij} = \frac{x_{ij} - \bar{x}_j}{s_j}, \quad (2.1)$$

де $\bar{x}_j = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m x_{ij}$, $s_j = \left[\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m (x_{ij} - \bar{x}_j)^2 \right]^{1/2}$, \bar{x}_j – середнє арифметичне значення показника j ; s_j – стандартне відхилення показника j .

Попередні розрахунки проводяться з використанням стандартних функцій СРЗНАЧ та СТАНДАРТОТКЛ, як показано на рис. 2.3 – 2.4.

	A	B	C	D	E	F	G
1		ЧДП	ЄСВВП	ОВВ	ЧВД	СЗР	
2	Австрія	0,512517	8,139704	2,295999	0,657682	1,229883	
3	Бельгія	0,441011	11,18419	4,823341	0,423147	1,198028	
4	Болгарія	0,390566	67,68311	182,7928	0,728101	0,629035	
5	Фінляндія	0,659931	13,74058	0	0,644842	1,181073	
6	Франція	0,598438	7,578963	4,139735	0,746463	0,569163	
7	Германія	0,425501	9,358731	2408,544	0,671615	0,998937	
8	Італія	0,422215	9,180896	2,592751	0,526936	1,333184	
9	Польща	0,447059	27,10571	2792,817	1,057638	1,030381	
10	Іспанія	0,493978	10,29191	385,999	0,61782	0,923633	
11	Швеція	0,828147	8,865035	0	0,909419	0,948364	
12	Швейцарія	0,694735	4,621731	0	0,75509	0,952061	
13	Велика Британія	0,389766	7,828034	606,1022	1,954056	2,160322	
14	Білорусія	0,603121	80,72323	0	0,521061	1,342974	
15	Росія	0,562118	121,3625	5683,912	2,899916	2,942098	
16	Україна	0,4057	130,269	1396,38	0,676241	1,21	
17	хсередне	=СРЗНАЧ(В2:В16	898,0266	0,919335	1,243276		
18	s	СРЗНАЧ(число1; [число2]; ...)	0	0	0		

Рис. 2.3. Розрахунок середніх значень за кожною з ознак

	A	B	C	D	E	F	G
1		ЧДП	ЄСВВП	ОВВ	ЧВД	СЗР	
2	Австрія	0,512517	8,139704	2,295999	0,657682	1,229883	
3	Бельгія	0,441011	11,18419	4,823341	0,423147	1,198028	
4	Болгарія	0,390566	67,68311	182,7928	0,728101	0,629035	
5	Фінляндія	0,659931	13,74058	0	0,644842	1,181073	
6	Франція	0,598438	7,578963	4,139735	0,746463	0,569163	
7	Германія	0,425501	9,358731	2408,544	0,671615	0,998937	
8	Італія	0,422215	9,180896	2,592751	0,526936	1,333184	
9	Польща	0,447059	27,10571	2792,817	1,057638	1,030381	
10	Іспанія	0,493978	10,29191	385,999	0,61782	0,923633	
11	Швеція	0,828147	8,865035	0	0,909419	0,948364	
12	Швейцарія	0,694735	4,621731	0	0,75509	0,952061	
13	Велика Британія	0,389766	7,828034	606,1022	1,954056	2,160322	
14	Білорусія	0,603121	80,72323	0	0,521061	1,342974	
15	Росія	0,562118	121,3625	5683,912	2,899916	2,942098	
16	Україна	0,4057	130,269	1396,38	0,676241	1,21	
17	хсередне	0,524987	34,52889	898,0266	0,919335	1,243276	
18	s	=СТАНДОТКЛОН(В2:В16		0	0		

Рис. 2.4. Розрахунок стандартного відхилення

Після розрахунку середніх значень та стандартного відхилення за кожною з ознак, проводиться розрахунок стандартизованої матриці (рис. 2.5).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
21										
22			(x-x _{sr}) ²							
23		ЧДП	ЄЄВВП	ОВВ	ЧВД	СЗР				
24	Австрія	0,00016	696,389	802333,3	0,06846	0,000179375				
25	Бельгія	0,00705	544,975	797812,1	0,2462	0,00204737				
26	Болгарія	0,01807	1099,2	511559,4	0,03857	0,37729176				
27	Фінляндія	0,01821	432,154	806451,8	0,07535	0,003869152				
28	Франція	0,0054	726,298	799033,7	0,02988	0,454427204				
29	Німеччина	0,0099	633,537	2281664	0,06137	0,0597101577				
30	Італія	0,01056	642,521	801801,8	0,15398	0,008083548				
31	Польща	0,00607	55,1036	3590230	0,01913	0,045324324				
32	Іспанія	0,00096	587,431	262172,2	0,09091	0,102171573				
33	Швеція	0,09191	658,633	806451,8	9,8Е-05	0,086972938				
34	Швейцарія	0,02881	894,438	806451,8	0,02698	0,084806058				
35	Великобританія	0,01828	712,936	85219,83	1,07085	0,840974048				
36	Білорусія	0,0061	2133,82	806451,8	0,15862	0,009939715				
37	Росія	0,00138	7540,08	22904699	3,9227	2,88598825				
38	Україна	0,01423	9186,17	248358,1	0,05909	0,001107266				
39	etalon	0,23709	26523,8	38310688	6,01999	4,962894158				
40		ЧДП	ЄЄВВП	ОВВ	ЧВД	СЗР				
41	Австрія	-0,09918	-0,62756	-0,57571	-0,41302	-0,023284107				
42	Бельгія	-0,66794	-0,55516	-0,57409	-0,78324	-0,078984043				
43	Болгарія	-1,06918	0,78844	-0,4597	-0,30188	-1,067888059				
44	Фінляндія	1,07335	-0,49436	-0,57719	-0,43329	-0,108139914				
45	Франція	0,58423	-0,64089	-0,57453	-0,27288	-1,17195324				
46	Німеччина	-0,79131	-0,59857	0,970855	-0,39103	-0,424786811				
47	Італія	-0,61745	-0,6028	-0,57552	-0,61941	0,156307252				
48	Польща	-0,61984	-0,17653	1,217838	0,21831	-0,370121053				
49	Іспанія	-0,24684	-0,57638	-0,3291	-0,47595	-0,55570354				
50	Швеція	2,41134	-0,61031	-0,57719	-0,01585	-0,512708117				
51	Швейцарія	1,35018	-0,71122	-0,57719	-0,25928	-0,506280921				
52	Великобританія	-1,07555	-0,63497	-0,18763	1,63332	1,594297701				
53	Білорусія	0,62148	1,09854	-0,57719	-0,62868	0,173326549				
54	Росія	0,29534	2,06498	3,076031	3,12637	2,953426413				
55	Україна	-0,94881	2,27678	0,320307	-0,38373	-0,057850111				
56	etalon	2,41134	2,27678	3,076031	-0,78324	-1,17195324				

Рис. 2.5. Розрахунок значень стандартизованої матриці

4. Побудова еталону розвитку передбачає виділення підмножини стимуляторів та дестимуляторів. Серед наведених показників стимуляторами являються: частка власних джерел у балансі паливно-енергетичних ресурсів держави (ЧВД), обсяг видобутку вугілля (ОВВ), ступінь забезпечення паливно-енергетичними ресурсами (СЗР).

До дестимуляторів належать:

- частка домінуючого паливного ресурсу у споживанні паливно-енергетичних ресурсів (ЧДП),
- енергоємність ВВП (ЄЄВВП).

Поділ показників на дві групи проводиться відповідно до їх економічного змісту.

Еталон розвитку має такий вигляд:

$$Z_0 = [z_{01}, z_{02}, \dots, z_{0n}], \quad (2.2)$$

де $z_{0s} = \max_i z_{is}$, якщо $s \in I$, $z_{0s} = \min_t z_{it}$, якщо $s \notin I$ ($s = 1, \dots, n$), I – множина стимуляторів.

Відповідно до поділу показників на стимулятори і дестимулятори із застосуванням стандартних функцій MAX і MIN було розраховано значення еталону розвитку (рис. 2.6).

B56 fx =МИН(B41:B55)						
	A	B	C	D	E	F
37	Україна	0,014229	9166,169	248356,11	0,059095	0,001107266
38		0,237093	26523,78	36310688	6,01999	4,962894158
39	Standart					
40		ЧДП	ЕЄВВП	ОВВ	ЧВД	СЗР
41	Австрія	-0,09918	-0,62756	-0,575713	-0,41302	-0,023284107
42	Бельгія	-0,66794	-0,55516	-0,574088	-0,78324	-0,078664043
43	Болгарія	-1,06918	0,788437	-0,459702	-0,30186	-1,067866059
44	Фінляндія	1,073348	-0,49436	-0,577188	-0,43329	-0,108139914
45	Франція	0,584228	-0,64089	-0,574528	-0,27288	-1,17195324
46	Германія	-0,79131	-0,59857	0,9708547	-0,39103	-0,424786811
47	Італія	-0,81745	-0,6028	-0,575522	-0,61941	0,156307252
48	Польща	-0,61984	-0,17653	1,217838	0,218313	-0,370121053
49	Іспанія	-0,24664	-0,57638	-0,329095	-0,47595	-0,55570354
50	Швеція	2,411335	-0,61031	-0,577188	-0,01565	-0,512708117
51	Швейцарія	1,350178	-0,71122	-0,577188	-0,25926	-0,506280921
52	Великобританія	-1,07555	-0,63497	-0,187628	1,633319	1,594297701
53	Білорусія	0,621482	1,098542	-0,577188	-0,62868	0,173326549
54	Росія	0,295343	2,06498	3,0760308	3,12637	2,953426413
55	Україна	-0,94881	2,276784	0,3203065	-0,38373	-0,057850111
56	Z0	-1,07555	-0,71122	3,0760308	3,12637	2,953426413

Рис. 2.6. Розрахунок еталону розвитку

5. Розрахунок відстаней між точками-спостереженнями й точкою-еталоном Z_0 проводиться за такою формулою:

$$c_{i0} = \left[\sum_{s=1}^n (z_{ij} - z_{0j})^2 \right]^{1/2}, \quad i = 1, 2, \dots, m. \quad (2.3)$$

Проведений розрахунок дозволяє сформуванати матрицю відстаней (рис. 2.7).

6. Розрахунок таксономічного показника рівня розвитку:

$$d = (d_1, d_2, \dots, d_m), \quad d_i^* = \frac{c_{i0}}{c_0}, \quad (2.4)$$

$$c_0 = \bar{c}_0 + 2 \times S_0, \quad \bar{c}_0 = \frac{\sum_{i=1}^m c_{i0}}{m}, \quad S_0 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m (c_{i0} - \bar{c}_0)^2}{m}}. \quad (2.5)$$

На рис. 2.7 наведено проведені розрахунки для отримання вектора значень d^* .

B56		fx =МИН(B41:B55)							
	A	B	C	D	E	F	G	H	
58		(z-z0)*2							
59		ЧДП	ЕЄВВП	ОВВ	ЧВД	СЗР			
60	Австрія	0,95329	0,006999	13,335231	12,5273	8,860805522	35,68362		
61	Бельгія	0,16614	0,024355	13,32337	15,28505	9,193572536	37,99249		
62	Болгарія	4,05E-05	2,248966	12,501407	11,7528	16,17079315	42,674		
63	Фінляндія	4,617751	0,047026	13,346011	12,67118	9,373188377	40,05516		
64	Франція	2,754856	0,004946	13,326577	11,55491	17,01875728	44,66004		
65	Германія	0,08079	0,01269	4,4317665	12,3721	11,41232459	28,30967		
66	Італія	0,066616	0,011755	13,333838	14,03085	7,823875603	35,26693		
67	Польща	0,207668	0,285892	3,4528807	8,456799	11,04596776	23,44921		
68	Іспанія	0,687081	0,018182	11,594884	12,97668	12,31399303	37,59082		
69	Швеція	12,15835	0,010183	13,346011	9,872312	12,01408858	47,40095		
70	Швейцарія	5,884147	0	13,346011	11,46251	11,96957484	42,66224		
71	Великобританія	0	0,005814	10,651472	2,229203	1,847230855	14,73372		
72	Білорусія	2,879911	3,275233	13,346011	14,10041	7,728952568	41,33052		
73	Росія	1,879342	7,707276	0	0	0	9,586618		
74	Україна	0,016063	8,92816	7,5940162	12,32078	9,067786304	37,92681		
75		еталон розвитку							
76			c0i	(c0i-c0 cp)*	d*				
77	Австрія	35,68362	5,973577	0,033627	0,757766				
78	Бельгія	37,99249	6,163805	0,1395802	0,781897				
79	Болгарія	42,674	6,532534	0,5510595	0,828671				
80	Фінляндія	40,05516	6,328914	0,290213	0,802842				
81	Франція	44,66004	6,682817	0,7967644	0,847735				
82	Германія	28,30967	5,320683	0,2204462	0,674945				
83	Італія	35,26693	5,938597	0,0220216	0,753329				
84	Польща	23,44921	4,842438	0,8982531	0,614278				
85	Іспанія	37,59082	6,131135	0,1162366	0,777753				
86	Швеція	47,40095	6,884835	1,1982241	0,873362				
87	Швейцарія	42,66224	6,531634	0,5497236	0,828557				
88	Великобританія	14,73372	3,838453	3,8093182	0,486919				
89	Білорусія	41,33052	6,428882	0,4079137	0,815523				
90	Росія	9,586618	3,096226	7,2574951	0,392766				
91	Україна	37,92681	6,158475	0,1356259	0,781221				

Рис. 2.7. Розрахунки вектора значень d*

Для того, щоб показник d* приймав високі значення за більших значень стимуляторів і низьких значень за малих значень стимуляторів, його перетворюють до вигляду:

$$d_i = 1 - \frac{C_{i0}}{C_0} \quad (2.8)$$

У табл. 2.3 наведені результати розрахунку.

Як видно з табл. 2.3, Україна має не найгірший показник енергетичної безпеки серед обраних країн, але є аутсайдером. Країни, що мають нижчий показник енергетичної безпеки не видобувають вугілля, чи видобувають його в невеликій кількості. Тобто можна зробити висновок, що Україна, маючи достатньо великі власні запаси енергоресурсів, використовує їх не раціонально. Це підтверджується тим, що Україна має найгірший показник енергоємності ВВП серед європейських країн.

Значення узагальнюючого показника ЕБК

	Країна	Узагальнюючий показник енергетичної безпеки
1	Росія	0,602159791
2	Великобританія	0,548855061
3	Польща	0,420904309
4	Германія	0,3189488
5	Іспанія	0,317985185
6	Італія	0,255845839
7	Австрія	0,251346831
8	Бельгія	0,226923613
9	Фінляндія	0,200271334
10	Білорусь	0,198356135
11	Болгарія	0,189788944
12	Україна	0,17500943
13	Швейцарія	0,172319901
14	Франція	0,154621963
15	Швеція	0,121230012

6. **Застосування адитивного методу**, коли підсумковий рейтинг об'єкта виставляється за підсумковою сумою всіх елементів рядка. Водночас можливе використання вагових коефіцієнтів для кожного стовпця, що характеризує суттєвість ранжування за цією ознакою. Підсумкове рейтингове число розраховується в даному випадку як:

$$R_i = \sum_{i=1}^n \alpha_i \times R_{ij}, \quad (2.9)$$

де α_i - ваговий коефіцієнт, що визначається експертним методом.

6.1. За кожним із показників необхідно виставити рейтинг (табл. 2.4). Процедура відповідна до розрахунків проведених у пункті 1.

6.2. Наступним етапом є визначення вагових коефіцієнтів, що виставляються експертним методом. Для визначення вагових коефіцієнтів

використовується метод ранжувань. Цей метод полягає в тому, що кожного експерта просять розташувати ознаки в порядку переваги. Цифрою один позначається найбільш важлива ознака, цифрою два – наступний за ним по важливості і т. д.

Таблиця 2.4

Рейтингова оцінка за кожним із показників ЕБК

	ЧДП	ЕЄВВП	ОВВ	ЧВД	СЗР
Австрія	8	4	1	8	4
Бельгія	5	9	2	13	5
Білорусь	10	13	3	12	2
Болгарія	2	12	4	6	12
Великобританія	1	3	5	1	1
Германія	4	7	6	7	8
Іспанія	7	8	7	10	11
Італія	3	6	8	11	3
Польща	6	11	9	2	7
Фінляндія	11	10	10	9	6
Франція	9	2	11	5	13
Швейцарія	12	1	12	4	9
Швеція	13	5	13	3	10

Отримані дані щодо суттєвості ознаки для оцінювання рівня енергетичної безпеки зводяться в табл. 2.5.

Таблиця 2.5

Експертні оцінки

Назва показників	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅
ЧДП	1	2	1,5	1	2
ЕЄВВП	2,5	2	1,5	2,5	1
ОВВ	2,5	2	3	2,5	3
ЧВД	4	5	4,5	4,5	4
СЗР	5	4	4,5	4,5	5,5

Перед тим, як проводити узагальнення думок експертів, перевіримо їх на узгодженість, що є передумовою якості отриманих оцінок. Узгодженість думок експертів перевіримо за допомогою коефіцієнта рангової кореляції Кендела, Спірмена та коефіцієнта конкордації в пакеті Statistica 8.0.

З метою розрахунку коефіцієнта парної кореляції Кендела та Спірмена необхідно представити дані у форматі наведеному на рис. 2.8.

	1 E1	2 E2	3 E3	4 E4	5 E5	6 Var6	7 Var7	8 Var8	9 Var9	10 Var10
1	1	2	1,5	1	2					
2	2,5	2	1,5	2,5	1					
3	2,5	2	3	2,5	3					
4	4	5	4,5	4,5	4					
5	5	4	4,5	4,5	5,5					
6										
7										
8										
9										

Рис. 2.8. Вихідні дані

У модулі Nonparametric Statistics обираємо меню Correlation, що дозволяє розрахувати коефіцієнти рангової кореляції. На рис. 2.9 – 2.12 наведено порядок дій для розрахунку коефіцієнта рангової кореляції Спірмена.

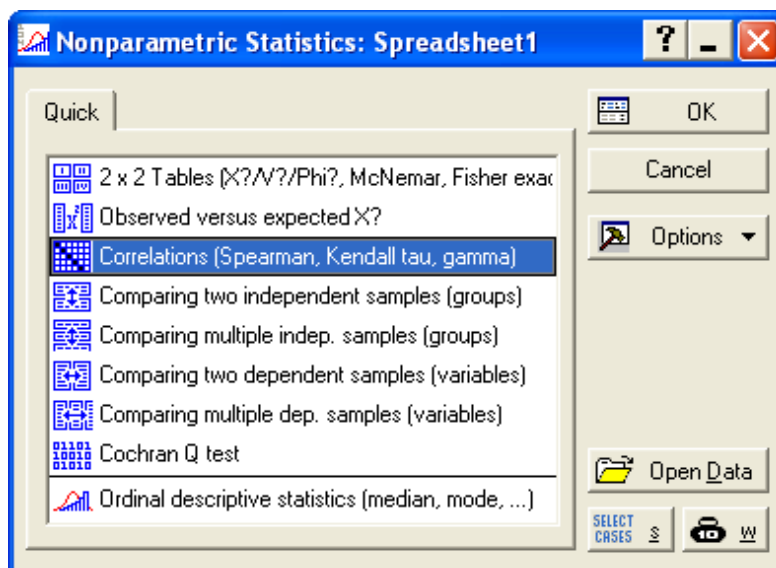


Рис. 2.9. Діалогове вікно вибору виду не параметричних критеріїв

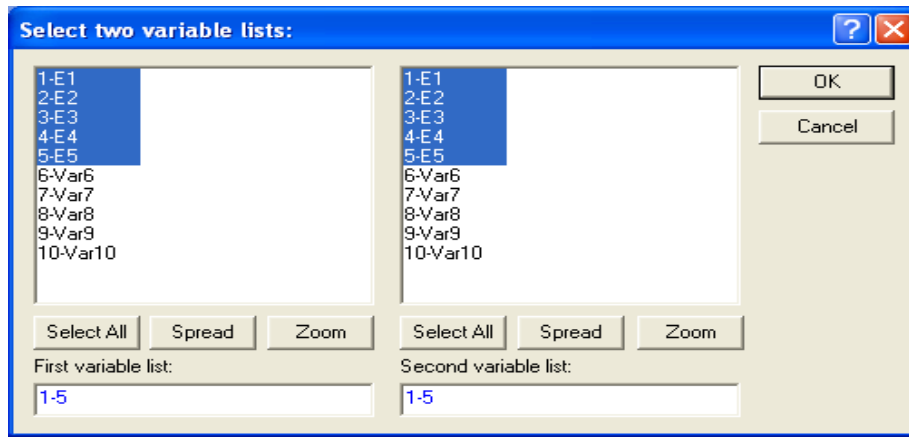


Рис. 2.10. Вибір вихідних даних для розрахунку

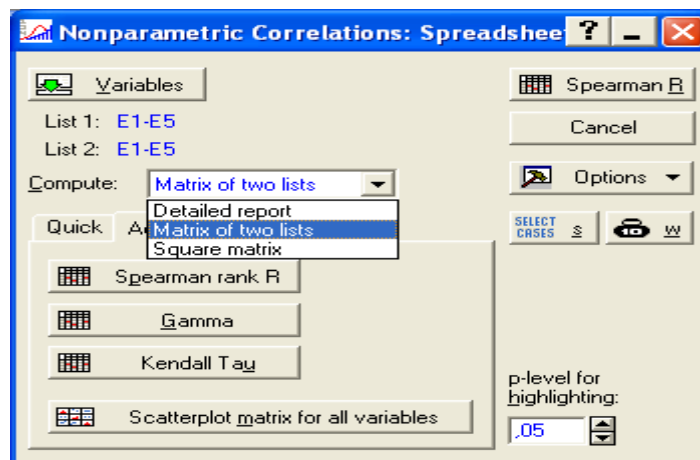


Рис. 2.11. Діалогове вікно модуля Непараметрична кореляція

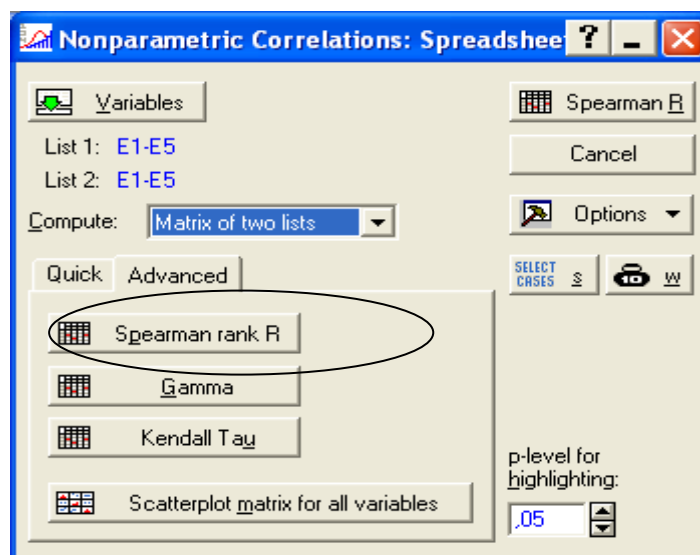


Рис. 2.12. Вибір коефіцієнта рангової кореляції Спірмена для розрахунку

На рис. 2.13 наведено матрицю рангової кореляції Спірмена, з якої видно що в більшості своїй експерти мають узгоджену думку щодо питань дослідження.

Kendall Tau Correlations (Spreadsheet1)					
MD pairwise deleted					
Marked correlations are significant at $p < ,05000$					
Variable	E1	E2	E3	E4	E5
E1	1	0,629940788	0,824957911	0,942809042	0,737864787
E2	0,629940788	1	0,801783726	0,801783726	0,597614305
E3	0,824957911	0,801783726	1	0,875	0,894427191
E4	0,942809042	0,801783726	0,875	1	0,670820393
E5	0,737864787	0,597614305	0,894427191	0,670820393	1

Рис. 2.13. Матриця коефіцієнта рангової кореляції Кендела

Для розрахунку коефіцієнта конкордації необхідно представити дані у вигляді, що наведено на рис. 2.14.

	1	2	3	4	5	6
	X1	X2	X3	X4	X5	Var6
E1	1	2,5	2,5	4	5	
E2	2	2	2	5	4	
E3	1,5	1,5	3	4,5	4,5	
E4	1	2,5	2,5	4,5	4,5	
E5	2	1	3	4	5,5	

Рис. 2.14. Вихідні дані для розрахунку коефіцієнта конкордації

За допомогою модуля Nonparametric Statistics обираємо меню Comparing multiple dep. Sample (рис. 2.15) переходимо до розрахунку рангового дисперсного аналізу Фрідмена та розрахунку коефіцієнта конкордації Кендела (рис. 2.16).

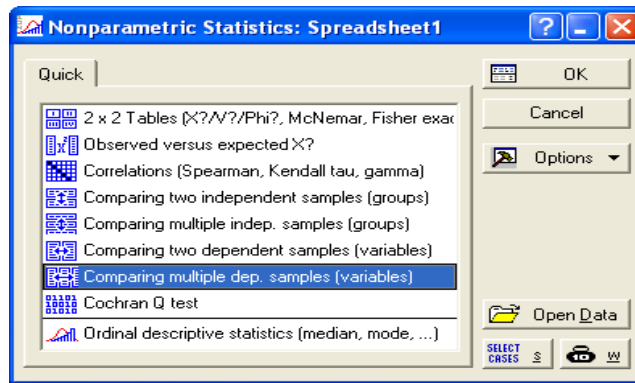


Рис. 2.15. Діалогове вікно модуля "Не параметричні статистики"

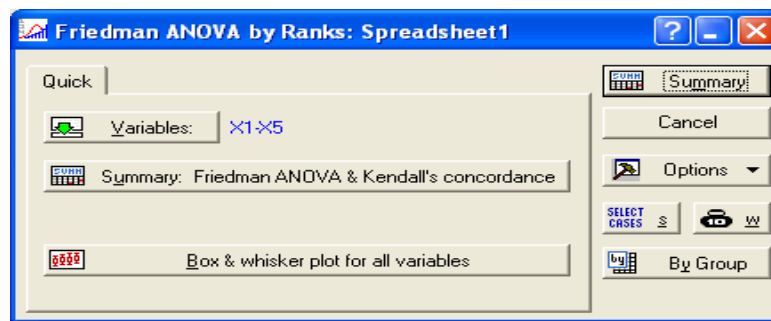


Рис. 2.16. Діалогове вікно розрахунку рангового дисперсійного аналізу та коефіцієнта конкордації

На рис. 2.17 наведено результати розрахунку коефіцієнта конкордації Кендела та оцінка його значущості за критерієм χ^2 . З ймовірністю 0,13 % коефіцієнт конкордації є значущим, тобто експерти мають погоджену думку.

Friedman ANOVA and Kendall Coeff. of Concordance					
ANOVA Chi Sqr. (N = 5, df = 4) = 17,89011 p = ,001					
Coeff. of Concordance = ,89451 Aver. rank r = ,8681					
Variable	Average Rank	Sum of Ranks	Mean	Std.Dev.	
X1	1,50000	7,50000	1,50000	0,50000	
X2	1,90000	9,50000	1,90000	0,65192	
X3	2,60000	13,00000	2,60000	0,41833	
X4	4,40000	22,00000	4,40000	0,41833	
X5	4,60000	23,00000	4,70000	0,57008	

Рис. 2.17. Результат розрахунку рангового дисперсійного аналізу та коефіцієнта конкордації

Через те, що думка експертів є узгодженою, результати експертизи можуть бути використані для подальших розрахунків.

3.3. За допомогою методів математичної статистики необхідно отримати узагальнену думка експертів. Визначається середній ранг, середнє статистичне значення S_j j -го ознаки:

$$S_j = \frac{\sum_{i=1}^m \alpha_{ij}}{m_{kj}}, \quad (2.10)$$

де m_{kj} – кількість експертів, що оцінюють j -ту ознаку ($m_k \leq m$);

i – номер експерта, $i = 1, \dots, m$;

j – номер ознаки, $j = 1, 2, \dots, n$.

Результати розрахунку наведено в табл. 2.6.

Таблиця 2.6

Розрахунок середнього рангу

Назва показника	E_1	E_2	E_3	E_4	E_5	S	α_i
ЧДП	1	2	1,5	1	2	1,5	0,099338
ЕЄВВП	2,5	2	1,5	2,5	1	1,9	0,125828
ОВВ	2,5	2	3	2,5	3	2,6	0,172185
ЧВД	4	5	4,5	4,5	4	4,4	0,291391
СЗР	5	4	4,5	4,5	5,5	4,7	0,311258

Використовуючи формулу розрахунку загального рейтингу в табл. 2.7, розраховано рейтинг за кожною з країн.

Таблиця 2.7

Розрахунок рейтингу країн світу за рівнем ЕБК з використанням оцінок експертів

Країни	ЧДП	ЕЄВВП	ОВВ	ЧВД	СЗР	R
1	2	3	4	5	6	7
Австрія	8	4	1	8	4	5,0464
Бельгія	5	9	2	13	5	7,3179
Білорусь	10	13	3	12	2	7,2649
Болгарія	2	12	4	6	12	7,8808

1	2	3	4	5	6	7
Великобританія	1	3	5	1	1	1,9404
Германія	4	7	6	7	8	6,8411
Іспанія	7	8	7	10	11	9,245
Італія	3	6	8	11	3	6,5695
Польща	6	11	9	2	7	6,2914
Фінляндія	11	10	10	9	6	8,5629
Франція	9	2	11	5	13	8,543
Швейцарія	12	1	12	4	9	7,351
Швеція	13	5	13	3	10	8,1457
α_i	0,0993	0,1258	0,1722	0,2914	0,3113	

Аналіз розрахунку рейтингу за трьома методами довів, що введення вагових коефіцієнтів відповідних до переваг експертів, дозволило подолати недоліки перших двох методів і отримати досить адекватну оцінку ситуації.

Запитання для самоконтролю

1. Які вимоги пред'являються до інтегральних комплексних оцінок?
2. В яких сферах використовуються рейтингові оцінки? Наведіть приклади.
3. Наведіть основні переваги рейтингової концепції управління.
4. У чому полягає методика рейтингової оцінки регіонів України.
5. За якими аспектами управління визначається рейтингова оцінка країн світу за якістю державного управління, що проводиться Всесвітнім банком?
6. У чому полягає оцінка компетентності експертів?
7. Які методи використовують для оцінки узгодженості думок експертів?
8. Яким чином можна визначити необхідну кількість експертів у групі?
9. Що є об'єктом і суб'єктом рейтингового управління?
10. Перерахуйте основних користувачем рейтингової інформації.

Завдання для самостійної роботи

Завдання 1. З метою побудови ранкінгу країн світу за чотирма показниками: зовнішній борг, доход на душу населення, експорт, ВВП на душу населення, необхідно оцінити важливість кожного з показників, за допомогою експертного методу та перевірити якість отриманих результатів.

Завдання 2. З метою побудови ранкінгу регіонів України за рівнем розвитку, необхідно обрати п'ять показників, проранжувати їх, за допомогою експертного методу та перевірити якість отриманих результатів.

Завдання 3. З метою дослідження демографічної ситуації в країні необхідно обрати п'ять показників, проранжувати їх, за допомогою групи експертів (що складається не менш ніж з 15 осіб) та перевірити якість отриманих результатів.

Змістовий модуль 2. Моделювання взаємозв'язків економічних процесів

Лабораторна робота 3

Побудова лінійної регресії. Перевірка моделі на наявність мультиколінеарності та її усунення

Мета роботи – закріплення теоретичного та практичного матеріалу, набуття навичок побудови регресійної моделі за допомогою інструментів пакету Statistica.

Завдання роботи – перевірити наявність лінійного множинного зв'язку між ВВП та соціально-економічних показниками в модулі Multiple Regression ППП Statistica.

Методичні рекомендації

1. Побудова однофакторної регресійної моделі.

Маємо дані про рівень ВВП та обсяг прямих інвестицій в економіку України 18 років (табл. 3.1).

Рівень ВВП та прямих інвестицій в економіку України

Рік	ВВП (млрд грн)	Прямі інвестиції (млн дол.)
1-й	148,9	423,6
2-й	159,8	483,5
3-й	162,5	896,9
4-й	165,8	1 438,2
5-й	186,5	2 063,6
6-й	192,5	2 810,7
7-й	198,9	3 281,8
8-й	221,6	3 875,0
9-й	225,8	4 555,3
10-й	267,3	5 471,8
11-й	345,1	6 794,4
12-й	441,5	9 047,0
13-й	544,2	16 890,0
14-й	720,7	21 607,3
15-й	948,1	29 542,7
16-й	913,3	35 616,4
17-й	1 082,6	40 053,0
18-й	1 316,6	44 806,0

Для побудови однофакторної регресійної моделі необхідно в пакеті Statistica 8.0 внести вихідні данні з табл. 3.1, де рівень ВВП (y) та прямі іноземні інвестиції в економіку України (x) (рис. 3.1).

	1 y	2 x	3 Var3	4 Var4
1	148,9	423,6		
2	159,8	483,5		
3	162,5	896,9		
4	165,8	1438,2		
5	186,5	2063,6		
6	192,5	2810,7		
7	198,9	3281,8		
8	221,6	3875		
9	225,8	4555,3		
10	267,3	5471,8		
11	345,1	6794,4		

Рис. 3.1. Фрагмент вихідних даних однофакторної моделі

Проведемо аналіз впливу факторної ознаки на результуючу. Із цією метою в пакеті Statistica 8.0 обираємо Basic statistics та пункт Correlation matrices. На рис. 3.2 – 3.3 показано основні кроки побудови кореляційної матриці.

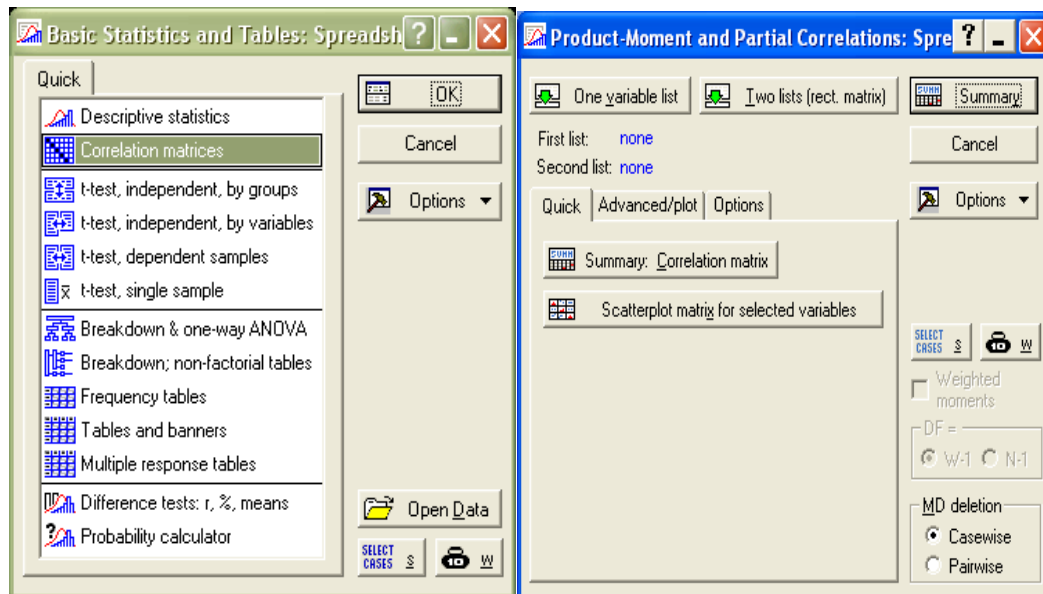


Рис. 3.2. Побудова кореляційної матриці

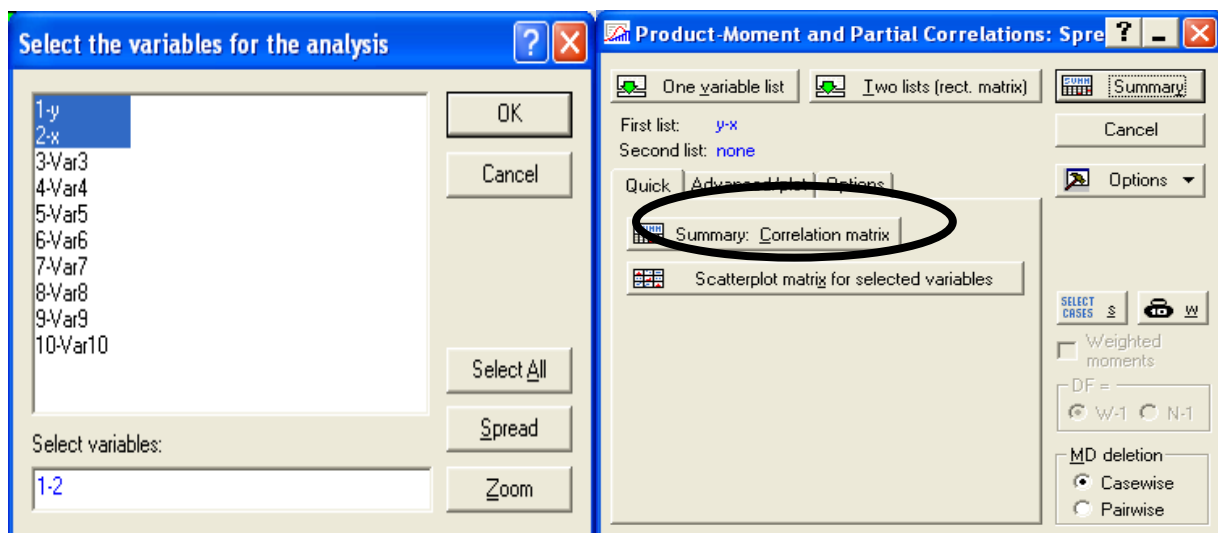


Рис. 3.3. Побудова кореляційної матриці

Підсумкова таблиця має такий вигляд (рис. 3.4).

		Correlation Matrix	
		Marked cells: 2	
		N=18 (Cases)	
Variable		y	x
y		1,00	0,99
x		0,99	1,00

Рис. 3.4. Підсумкова кореляційна матриця

Значення коефіцієнта парної кореляції 0,99 говорить про високий рівень залежності між рівнем ВВП та прямими інвестиціями.

Для побудови однофакторної лінійної регресії необхідно увійти в меню Statistics / Multiple Regression. Після підтвердження вибору модуля з'являється стартова панель модуля, де необхідно задати змінні для аналізу. На ній обираємо кнопку Variables в вікні, що з'явилося вказуємо Dependent (залежну) та Independent (незалежну) змінні для побудови простої однофакторної моделі. На рис. 3.5 наведено етапи побудови однофакторної моделі.

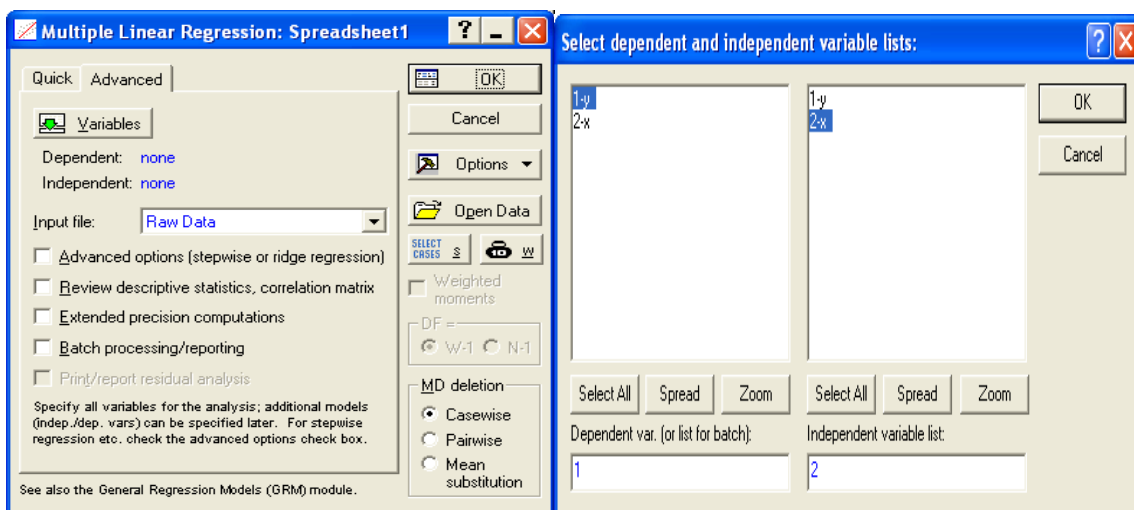


Рис. 3.5. Побудова однофакторної регресійної моделі

Після натискання кнопки "OK" з'являється діалогове вікно (рис. 3.6) з результатами лінійної економетричної моделі. У верхній частині вікна міститься основна інформація про модель, у нижній частині знаходяться функціональні кнопки, які дозволяють всебічно розглянути результати аналізу.

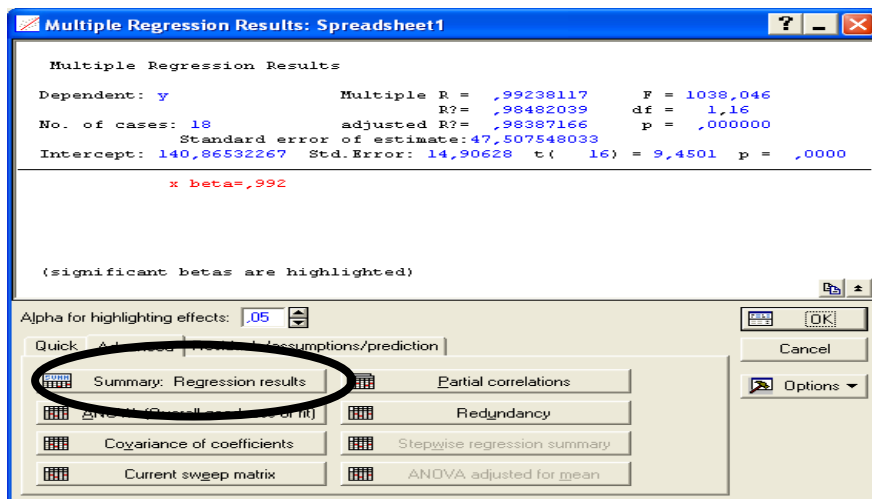


Рис. 3.6. Вікно результату побудови однофакторної економетричної моделі

Характеристики моделі і ступень їх адекватності можна отримати, натиснувши на кнопку Summary: Regression results (Результати регресійного аналізу). Результати побудови однофакторної економетричної моделі наведено на рис. 3.7.

Regression Summary for Dependent Variable: y (Spreadsheet1)						
R= ,99238117 R²= ,98482039 Adjusted R²= ,98387166						
F(1,16)=1038,0 p<,00000 Std.Error of estimate: 47,508						
N=18	Beta	Std.Err. of Beta	B	Std.Err. of B	t(16)	p-level
Intercept			140,8653	14,90628	9,45006	0,000000
x	0,992381	0,030801	0,0248	0,00077	32,21871	0,000000

Рис. 3.7. Результати побудови однофакторної економетричної моделі

Отримані результати свідчать про наступне:
 коефіцієнт множинної кореляції дорівнює 0,9923 (R);
 коефіцієнт детермінації моделі дорівнює 0,9848 (R²);
 скоригований коефіцієнт детермінації на число спостережень і число параметрів дорівнює 0,9838 (Adjusted R²);
 критерій адекватності Фішера F (1,16) = 1038;
 B (a₁, a₂) = (140,87; 0,0248) – параметри моделі;

середня квадратичне відхилення параметрів моделі становить (14,09; 0,0248);

$t(28) = (9,45; 32,22)$ – значимість параметрів за критерієм Стюдента.

Аналіз наведених результатів свідчить, що модель є адекватною та має наступний загальний вигляд:

$$Y = 140,87 + 0,0248 \times X.$$

Побудуємо графік лінійної функції з довірчими інтервалами. Для цього в меню Graphs / Scatterplots необхідно вказати змінні, лінію рівня і довірчі інтервали (рис. 3.8).

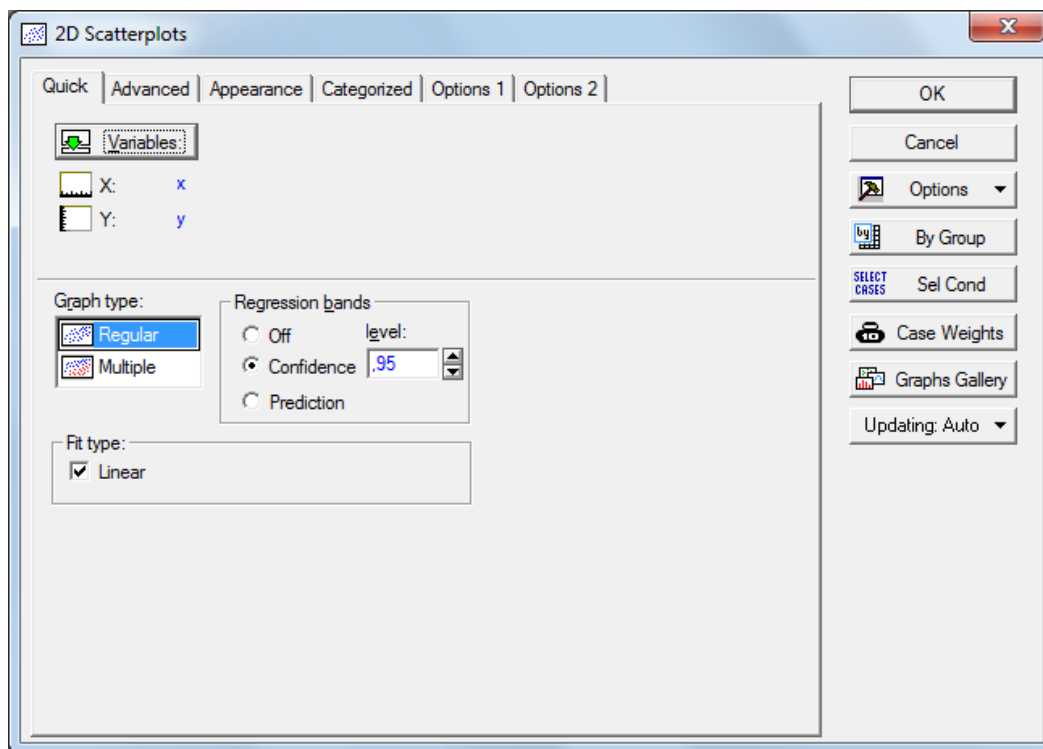


Рис. 3.8. Діалогове вікно побудови графіка лінійної функції

Аналіз графіку (рис. 3.9) доводить високу якість побудованої моделі та відповідність модельних значень фактичним.

Скориставшись цією опцією, отримаємо меню для аналізу помилок моделі (рис. 3.11).

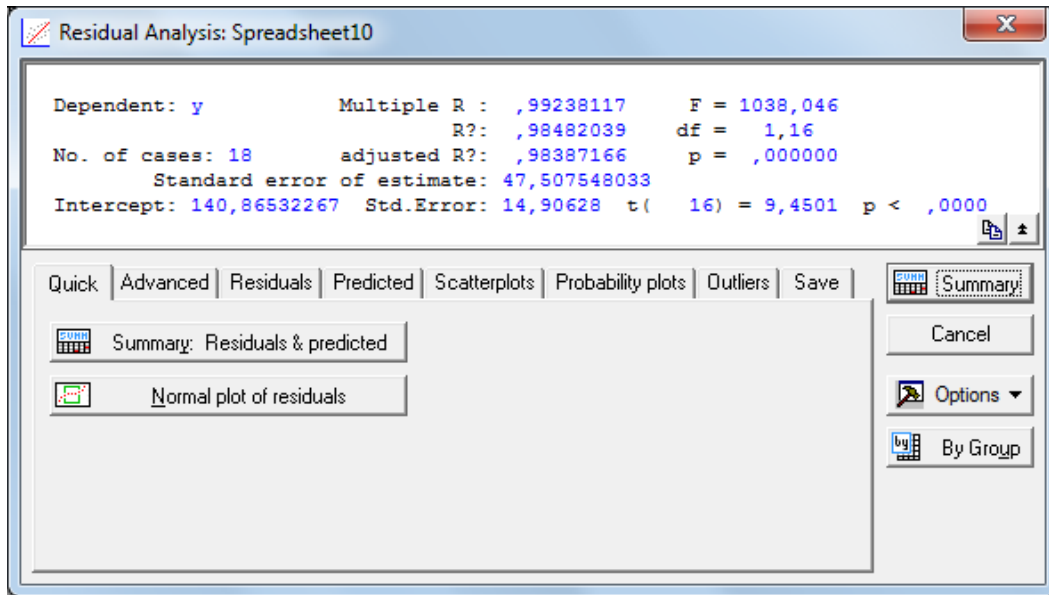


Рис. 3.11. Діалогове вікно модулю аналізу помилок

Кнопка аналізу помилок Summary: Residuals & Predicted дозволяє отримати таблицю, що містить фактичні значення залежної змінної (Observed value), її теоретичні значення (Predicted value) и помилки моделі (Residual) (рис. 3.12).

Predicted & Residual Values (Spreadsheet10)									
Dependent variable: y									
Case No.	Observed Value	Predicted Value	Residual	Standard Pred. v.	Standard Residual	Std.Err. Pred.Val	Mahalanobis Distance	Deleted Residual	Cook's Distance
1	148,900	151,390	-2,490	-0,825579	-0,05242	14,69271	0,681581	-2,754	0,000161
2	159,800	152,879	6,922	-0,821570	0,14569	14,66284	0,674977	7,650	0,001236
3	162,500	163,150	-0,650	-0,793902	-0,01368	14,45907	0,630280	-0,716	0,000011
4	165,800	176,599	-10,799	-0,757673	-0,22732	14,19866	0,574068	-11,858	0,002783
5	186,500	192,138	-5,638	-0,715815	-0,11868	13,90732	0,512392	-6,167	0,000722
6	192,500	210,701	-18,201	-0,665813	-0,38311	13,57356	0,443306	-19,819	0,007103
7	198,900	222,406	-23,506	-0,634282	-0,49478	13,37159	0,402314	-25,528	0,011437
8	221,600	237,145	-15,545	-0,594580	-0,32720	13,12715	0,353525	-16,830	0,004791
9	225,800	254,048	-28,248	-0,549048	-0,59459	12,86114	0,301454	-30,481	0,015086
10	267,300	276,819	-9,519	-0,487708	-0,20037	12,52860	0,237859	-10,231	0,001613
11	345,100	309,681	35,419	-0,399187	0,74555	12,10549	0,159351	37,879	0,020636
12	441,500	365,649	75,850	-0,248423	1,59660	11,55770	0,061714	80,622	0,085226
13	544,200	560,519	-16,319	0,276502	-0,34350	11,64205	0,076453	-17,361	0,004010
14	720,700	677,726	42,974	0,592226	0,90457	13,11302	0,350732	46,518	0,036523
15	948,100	874,891	73,209	1,123335	1,54099	17,11485	1,261882	84,127	0,203486
16	913,300	1025,800	-112,500	1,529842	-2,36804	20,88318	2,340418	-139,444	0,832367
17	1082,600	1136,033	-53,433	1,826780	-1,12472	23,84183	3,337125	-71,421	0,284606
18	1316,600	1254,127	62,473	2,144894	1,31501	27,13248	4,600569	92,714	0,621139
Minimum	148,900	151,390	-112,500	-0,825579	-2,36804	11,55770	0,061714	-139,444	0,000011
Maximum	1316,600	1254,127	75,850	2,144894	1,59660	27,13248	4,600569	92,714	0,832367
Mean	457,872	457,872	-0,000	-0,000000	-0,00000	15,26518	0,944444	-0,172	0,118497
Median	246,550	265,433	-7,579	-0,518378	-0,15952	13,74044	0,477849	-8,199	0,009270

Рис. 3.12. Аналіз помилок моделі

Оскільки основна гіпотеза відносно випадкової змінної говорить, що помилки повинні бути розподілені за нормальним, представимо графік помилок моделі на нормально імовірнісному папері (Residuals/Normal plot of residuals) рис. 3.13.

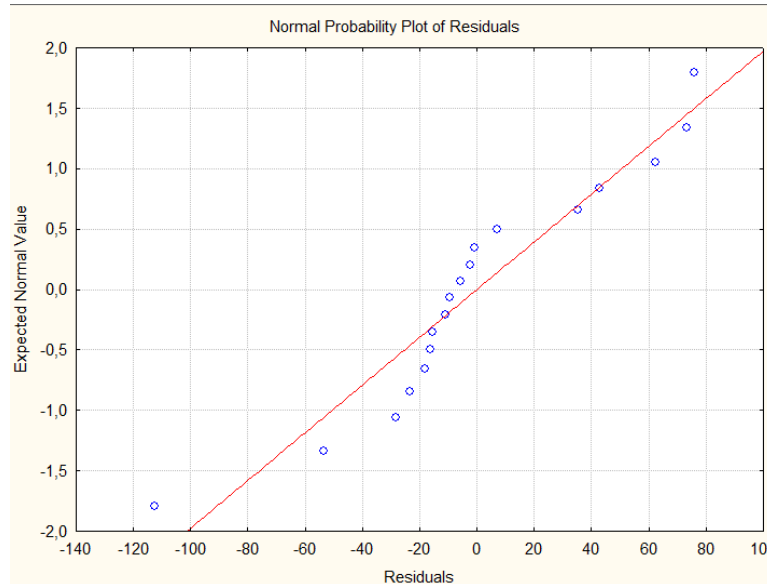


Рис. 3.13. Графік помилок моделі на нормально імовірнісному папері

За графіком (рис. 3.13) складно судити про закон розподілу помилок моделі тому для більш детального аналізу побудуємо гістограму їх значень з нанесенням лінії нормального закону розподілу (рис. 3.14).

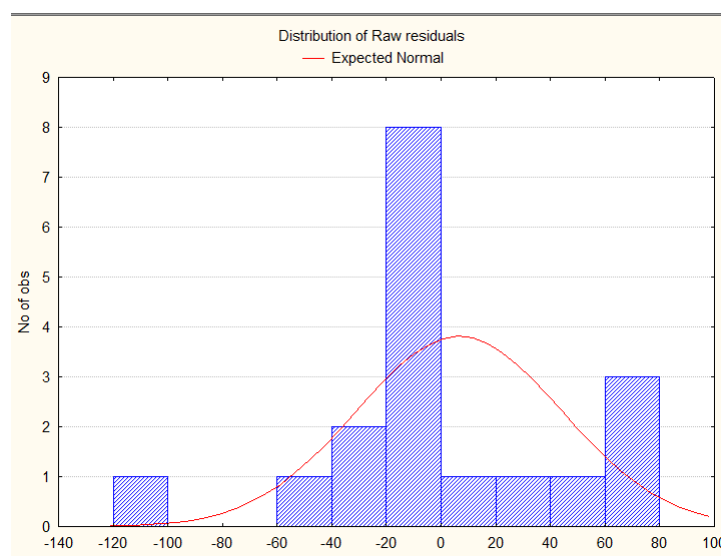


Рис. 3.14. Гістограма розподілу помилок моделі

Оскільки модель є адекватною, а її параметри значимі, то за моделлю можна побудувати прогноз. Щоб розрахувати прогнозні значення залежної змінної, в нижній частині вікна результатів регресійного аналізу є опція Predict dependent variable (Прогнозування залежної змінної) (рис. 3.15).

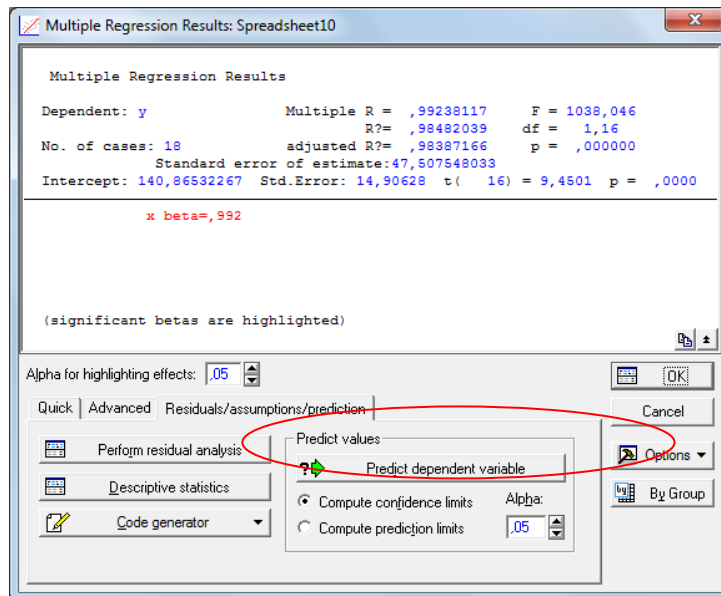


Рис. 3.15. Опція Predict dependent variable

Ініціювавши відповідну опцію, необхідно вказати значення обсягу прямих інвестицій на 19-й рік (рис. 3.16).

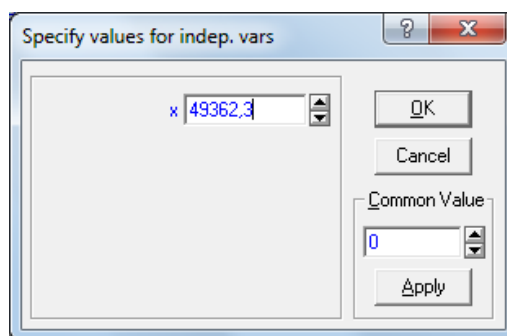


Рис. 3.16. Прогнозне значення обсягу прямих інвестицій

Результати прогнозування представлені у вигляді таблиці, в якій додатково представлено параметри моделі та значення інтервалу прогнозу (рис. 3.17).

Predicting Values for (Spreadsheet10) variable: y			
Variable	B-Weight	Value	B-Weight * Value
x	0,024846	49362,30	1226,469
Intercept			140,865
Predicted			1367,334
-95,0%CL			1302,958
+95,0%CL			1431,711

Рис. 3.17. Прогноз ВВП України на 19-й рік

Прогнозне значення ВВП (*Predicted*) = 1367,334; довірчий інтервал прогнозних значень: 1302,958 < y < 1431,711.

Отже, проведений аналіз однофакторної лінійної економетричної моделі залежності ВВП від прямих іноземних інвестицій в Україну. Побудована модель є адекватною і може бути використана для побудови прогнозу та оцінювання впливу екзогенної змінної.

2. Побудова лінійної багатофакторної економетричної моделі впливу соціально-економічних показників на ВВП. Вхідна інформація для побудови подана в табл. 3.2.

Таблиця 3.2

Вихідні данні для побудови багатофакторної економетричної моделі

Рік	Випуск продукції тис грн (X1)	Обсяг роздрібного товарообороту підприємств (юридичних осіб), млн грн (X2)	Сукупні витрати в середньому за місяць у розрахунку на одне домогосподарство, грн (X3)	Прямі інвестиції (млн дол.) (X4)	ВВП (млрд грн) (Y)
1	2	3	4	5	6
1	226 358	19 317	395,6	2 063,6	186,5
2	356 842	22 151	426,5	2 810,7	192,5
3	373 893	28 757	541,3	3 281,8	198,9
4	460 520	34 417	607,0	3 875,0	221,6
5	504 008	39 691	658,3	4 555,3	225,8
6	603 704	49 994	736,8	5 471,8	267,3
7	809 988	67 556	903,5	6 794,4	345,1
8	995 630	94 332	1 229,4	9 047,0	441,5
9	1 182 179	129 952	1 442,8	16 890,0	544,2

1	2	3	4	5	6
10	1 565 055	178 233	1 722,0	21 607,3	720,7
11	2 072 172	246 903	2 590,4	29 542,7	948,1
12	1 955 685	230 955	2 754,1	35 616,4	913,3
13	2 388 289	280 890	3 072,7	40 053,0	1 082,6
14	2 496 365	350 059	3 456,0	44 806,0	1 316,6

1. Відповідно до алгоритму побудови однофакторної моделі були проведені розрахунки і для багатовфакторної моделі (рис. 3.18).

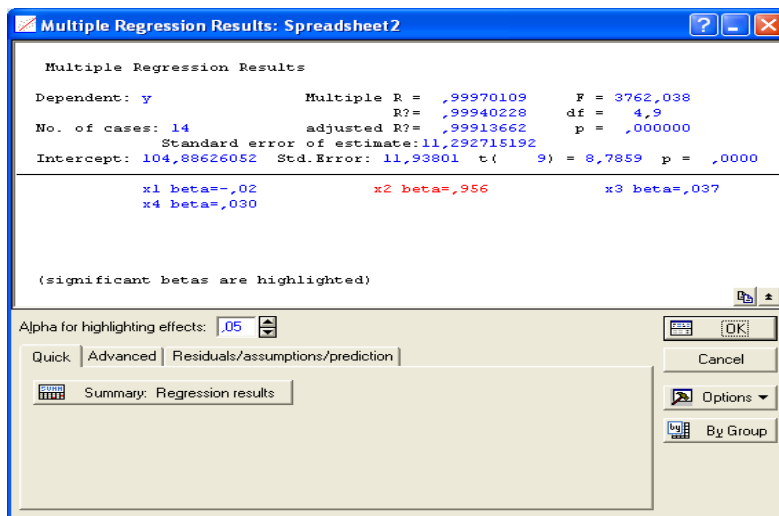


Рис. 3.18. Діалогове вікно модулю Multiple Regression

З метою визначення параметрів, та якості моделі необхідно ініціювати кнопку Summary: Regression results (Результати регресійного аналізу). Результати розрахунків наведено на рис. 3.19.

Regression Summary for Dependent Variable(Spreadsheet2)						
R= ,99970109 R ² = ,99940228 Adjusted R ² = ,99913662						
F(4,9)=3762,0 p<,00000 Std.Error of estimate: 11,293						
N=14	Beta	Std.Err. of Beta	B	Std.Err. of B	t(9)	p-level
Intercept			104,886	11,9380	8,7859	0,00001
x1	-0,02260	0,07362	-0,000	0,0000	-0,3069	0,76583
x2	0,95560	0,08281	0,003	0,0002	11,5391	0,00000
x3	0,03676	0,11198	0,013	0,0401	0,3283	0,75018
x4	0,03026	0,08187	0,000	0,0020	0,3696	0,72020

Рис. 3.19. Результат побудови багатовфакторної економетричної моделі

Отримані результати можна інтерпретувати таки чином:

коефіцієнт множинної кореляції дорівнює 0,997 (R). Вимірюється коефіцієнт від -1 до +1. Через те, що значення коефіцієнта сильно наближене до 1, то можемо говорити про адекватність моделі;

коефіцієнт детермінації моделі дорівнює 0,999 (R²). Цей коефіцієнт показує яка частка даних, побудованих за допомогою моделі відповідає реальним даним. Через те, що коефіцієнт наближений до 1, то підтверджується адекватність моделі;

скоригований коефіцієнт детермінації на число спостережень і число параметрів дорівнює 0,999 (Adjusted R²);

критерій адекватності Фішера F (4,9) = 3 762 отримане значення більше табличного, що підтверджує адекватність моделі;

середнє квадратичне відхилення помилок моделі складає 11,93;

вектор параметрів моделі має наступний вигляд $V(a_0, a_1, a_2, a_3, a_4) = (104,88; -0,001; 0,033; 0,00132; 0,0008)$. Таким чином можна сформулювати загальний вид моделі:

$$Y = 104,88 - 0,001X_1 + 0,033X_2 + 0,00132X_3 + 0,0008X_4;$$

вектор значень критерію Стюдента $t(9) = (8,79; -0,3; 11,54; 0,37)$ –, що визначає значимість параметрів моделі.

Виходячи з аналізу отриманих результатів дана модель в цілому адекватна і якісна, але параметри моделі при змінних X_1, X_3, X_4 є не значимі.

Для визначення середнього та середньоквадратичного відхилення вибірок всіх змінних у меню аналізу помилок ініціюємо Descriptive statistics / Means & Standard deviations (описові статистики / середнє і середньоквадратичне відхилення).

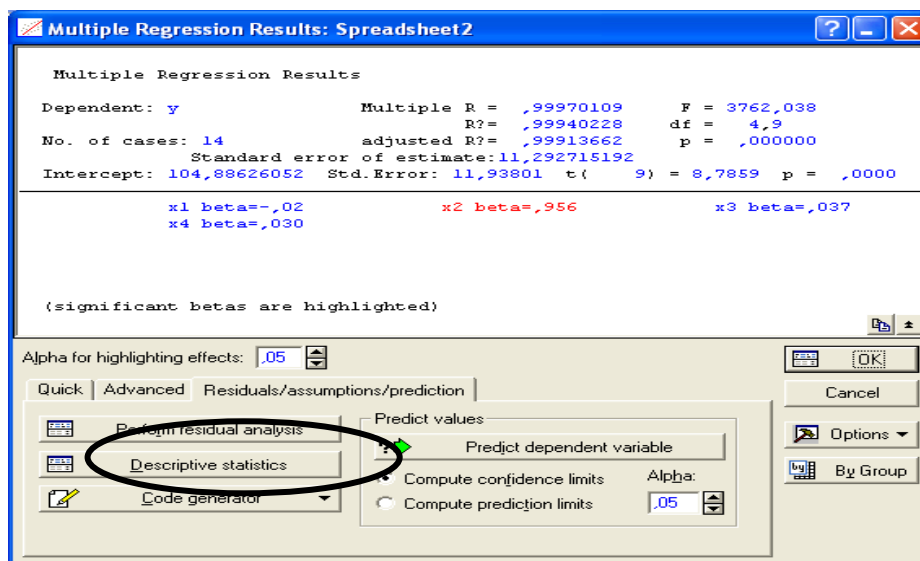


Рис. 3.20. Діалогове вікно аналізу результатів побудови

багатофакторної моделі

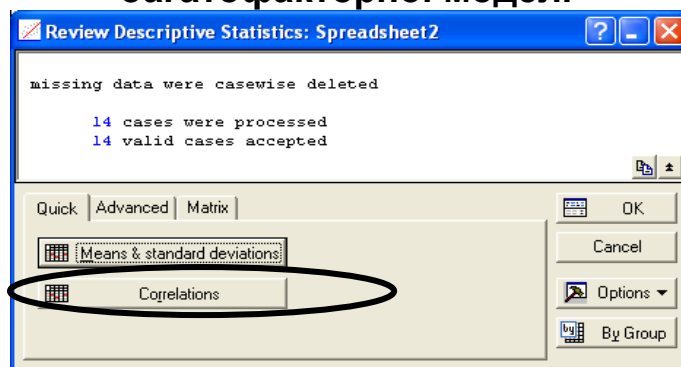


Рис. 3.21. Діалогове вікно розрахунку описових статистик

У результаті проведення розрахунків було оцінено середні значення, середнє квадратичне відхилення за екзогенними та ендогенними змінними (рис. 3.22).

Variable	Means and Standard Deviations (Spreadsheet2)		
	Means	Std.Dev.	N
x1	114219,8	805422,8	14
x2	126658,6	111015,8	14
x3	1467,1	1070,8	14
x4	16175,7	15342,8	14
y	543,19	384,3	14

Рис. 3.22. Результати розрахунку описових статистик за ендогенною та екзогенними змінними

За багатофакторною моделлю аналіз помилок проводиться за тим самим алгоритмом, що і для однофакторної моделі (рис. 3.23 – 3.24). На рис. 3.23 наведено результати розрахунку теоретичних значень за моделлю та помилок моделі.

Case No.	Predicted & Residual Values (Spreadsheet2)								
	Observed Value	Predicted Value	Residual	Standard Pred. v.	Standard Residual	Std.Err. Pred.Val	Mahalanobis Distance	Deleted Residual	Cook's Distance
1	186,50	173,13	13,366	-0,96316	1,18360	6,2985	3,1155	19,401	0,18365
2	192,50	182,07	10,423	-0,93989	0,92300	5,1640	1,7899	13,180	0,05697
3	198,90	205,61	-6,718	-0,87862	-0,5949	4,7208	1,3432	-8,140	0,01816
4	221,60	224,72	-3,125	-0,82889	-0,2767	4,1381	0,8170	-3,609	0,00274
5	225,80	242,89	-17,096	-0,78159	-1,5139	4,0156	0,7152	-19,570	0,07595
6	267,30	277,63	-10,335	-0,69117	-0,9152	3,7624	0,5145	-11,626	0,02353
7	345,10	336,71	8,387	-0,53741	0,7427	5,0407	1,6616	10,475	0,03428
8	441,50	429,29	12,201	-0,29643	1,0804	8,0138	5,6181	24,580	0,47717
9	544,20	553,88	-9,686	0,02783	-0,8577	4,2238	0,8901	-11,261	0,02782
10	720,70	716,74	3,959	0,45170	0,3506	9,3110	7,9093	12,367	0,16307
11	948,10	955,92	-7,819	1,07422	-0,6924	7,2237	4,3908	-13,235	0,11242
12	913,30	911,18	2,118	0,95778	0,1876	9,1526	7,6110	6,175	0,03929
13	1082,60	1079,27	3,322	1,39529	0,2941	7,6635	5,0583	6,158	0,02738
14	1316,60	1315,59	1,001	2,01037	0,0886	10,6181	10,5647	8,639	0,10350
Minimum	186,50	173,13	-17,096	-0,96316	-1,5139	3,7624	0,5145	-19,570	0,00274
Maximum	1316,60	1315,59	13,366	2,01037	1,1836	10,6181	10,5647	24,580	0,47717
Mean	543,19	543,19	-0,000	-0,0000	-0,0000	6,3819	3,7142	2,395	0,09614
Median	393,30	383,00	1,560	-0,41692	0,1381	5,7313	2,4527	6,166	0,04813

Рис. 3.23. Результати розрахунку помилок моделі

З рис. 3.23 видно, що найбільше значення помилки моделі спостерігається у 2002 році. Можна зробити висновок що в цей період розвиток економіки країни істотно відрізнялося від усього аналізованого періоду.

На рис. 3.24. наведено полігон розподілу помилок моделі.

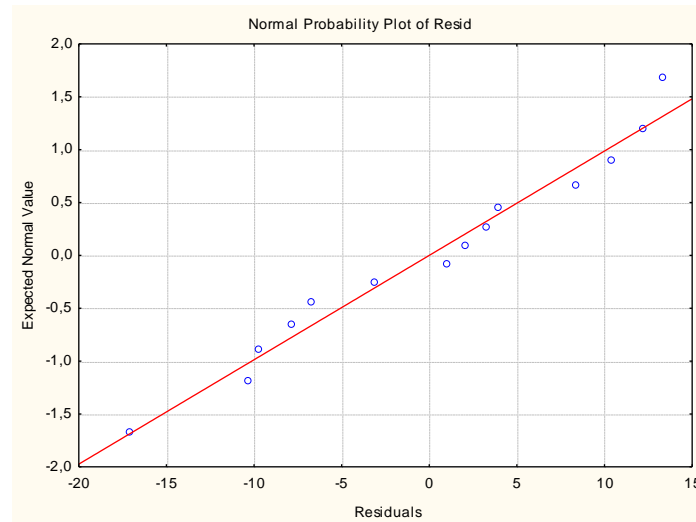


Рис. 3.24. Полігон розподілу помилок

На рис. 3.25 наведено гістограму розподілу помилок моделі.

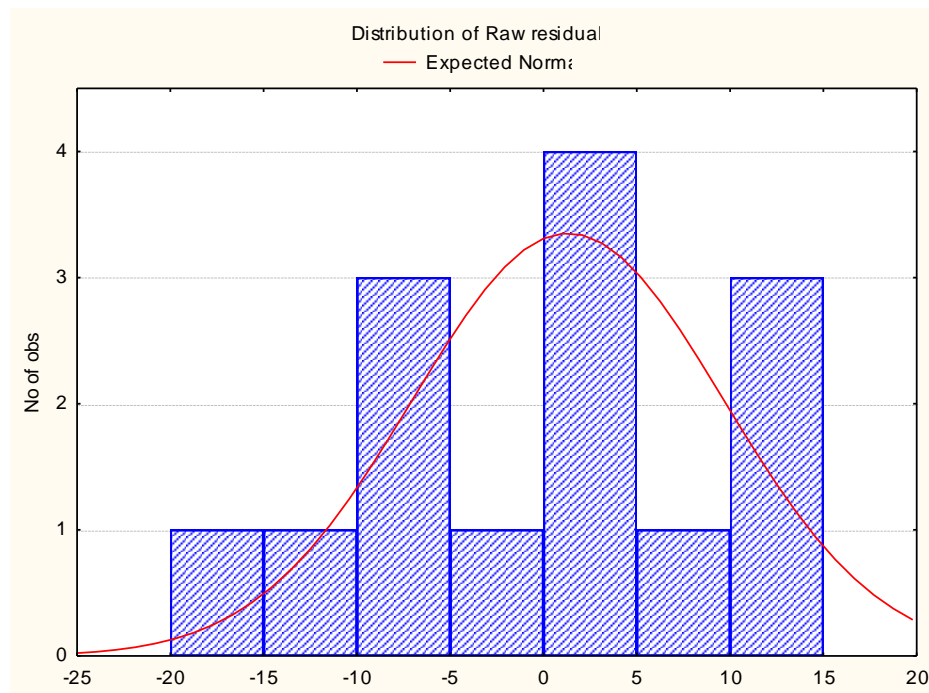


Рис. 3.25. Гістограма розподілу помилок

Розрахунки наведені рис. 3.24 та 3.25 доводять гіпотезу про нормальний закон розподілу помилок моделі та показали, що модель є якісною, але всі параметри моделі не значимі. Таким чином можна зробити припущення про наявність мультиколінеарності в моделі і про доцільність побудови прогнозу лише після її усунення.

Для всебічної перевірки наявності мультиколінеарності в моделі доцільно використовувати алгоритм Ферара-Глобера. Всі розрахунки за алгоритмом доцільно проводити в пакеті MS Excel.

Першим кроком алгоритму є нормалізація вихідних даних за формулою:

$$z_i = \frac{x_i - \bar{x}_i}{\delta} \quad (3.1)$$

У результаті отримаємо матрицю нормалізованих даних (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

Нормовані значення вихідних показників моделі

	Zi1	Zi2	Zi3	Zi4	Yi
1	-1,13709	-0,9669	-1,00042	-0,91958	-0,9281
2	-0,97508	-0,94137	-0,97157	-0,87088	-0,91249
3	-0,95391	-0,88186	-0,86436	-0,84018	-0,89584
4	-0,84635	-0,83088	-0,80301	-0,80152	-0,83677
5	-0,79236	-0,78337	-0,7551	-0,75718	-0,82585
6	-0,66858	-0,69057	-0,68179	-0,69744	-0,71786
7	-0,41246	-0,53237	-0,52612	-0,61124	-0,51543
8	-0,18197	-0,29118	-0,22178	-0,46442	-0,2646
9	0,049647	0,029675	-0,02249	0,046765	0,002621
10	0,52502	0,464577	0,238239	0,354225	0,461868
11	1,154649	1,083138	1,049196	0,871432	1,053555
12	1,010021	0,939482	1,202068	1,267298	0,963007
13	1,547135	1,389283	1,499593	1,556463	1,40352

За допомогою вбудованої функції КОРРЕЛ необхідно розрахувати матрицю парних кореляцій за нормованими даними. Розрахована матриця має наступний вигляд.

r=	1,000000	0,997501	0,991250	0,981528	0,996972
	0,997501	1,000000	0,992652	0,987279	0,999509
	0,991250	0,992652	1,000000	0,992396	0,993151
	0,981528	0,987279	0,992396	1,000000	0,988197
	0,996972	0,999509	0,993151	0,988197	1,000000

З матрицею коефіцієнтів парної кореляції знаходимо його визначник як наведено на рис. 3.26.

B28		fx =МОПРЕД(C21:G25)				
	A	B	C	D	E	F
26						
27						
28	det r =	7,22049E-10				
29						

Рис. 3.26. Розрахунок визначника матриці коефіцієнтів парних кореляцій

Дослідження загальною мультиколінеарності моделі проводиться з використанням критерію χ^2 :

$$\chi^2 = - \left[n - 1 - \frac{1}{6} (2m + 5) \ln|r| \right] = 57,6.$$

$\chi^2(\alpha = 0,05; k = 4) = 7,8 = > | \chi^2_{\text{расч}} | > \chi^2(\alpha = 0,05; k = 4)$ – в моделі присутня загальна мультиколінеарність.

Необхідно розрахувати коефіцієнт Фішера за формулою:

$$F_k = (C_{kk} - 1) \times \frac{n - m}{m - 1}. \quad (3.2)$$

Розрахунок елементів матриці c, як оберненої до матриці r наведено на рис. 3.27.

K63		fx {=МОБР(K56:O60)}			
	J	K	L	M	N
63		288,6290252	-245,8955647	-83,4925941	76,573787
64		-245,8955647	1268,543174	53,33051984	-40,276342
65	c=r^(-1)=	-83,4925941	53,33051984	143,7614884	-79,284927
66		76,57378652	-40,27634178	-79,28492728	90,922116
67					
68					

Рис. 3.27. Розрахунок елементів матриці C

$$F_1 = (C_{11} - 1) \times \frac{n-m}{m-1} = (268,6 - 1) \times \frac{13-4}{4-1} = 802,1;$$

$$F_1 = (C_{22} - 1) \times \frac{n-m}{m-1} = (1256,5 - 1) \times \frac{13-4}{4-1} = 3766;$$

$$F_1 = (C_{33} - 1) \times \frac{n-m}{m-1} = (143,7 - 1) \times \frac{13-4}{4-1} = 428,1;$$

$$F_1 = (C_{11} - 1) \times \frac{n-m}{m-1} = (90,92 - 1) \times \frac{13-4}{4-1} = 272.$$

Кожен з отриманих коефіцієнтів Фішера порівнюємо з табличним значенням для $\alpha = 0,05$, $k_1 = 9$, $k_2 = 3$, який становить $F = 19,4$. Якщо розрахункове значення перевищує табличне, то k змінна викликає мультиколінеарність, таким чином ми бачимо, що змінні моделі викликають мультиколінеарності.

Для визначення попарної мультиколінеарності використовується коефіцієнт Стюдента.

Далі визначимо часні коефіцієнти кореляції, вони характеризують тісноту зв'язку між двома змінними за умови, що інші змінні не впливають.

$$r_{kj} = \frac{-c_{kj}}{\sqrt{c_{kk} \times c_{jj}}}, \quad (3.3)$$

$$r_{12} = 0,42,$$

$$r_{13} = 0,43,$$

$$r_{14} = -0,49,$$

$$r_{23} = -0,13,$$

$$r_{24} = 0,12,$$

$$r_{34} = 0,69.$$

Розрахуємо значимість коефіцієнтів частної кореляції за критерієм Стюдента:

$$k_j = r_{kj} \times \frac{\sqrt{n-m}}{\sqrt{1-r^2}}. \quad (3.4)$$

Для того щоб зробити висновок про наявність мультиколінеарності необхідно порівняти отримані значення з табличними. Таким чином проаналізувавши модель на мультиколінеарності різними методами можна

зробити висновок про те, що в моделі присутня мультиколінеарність. Це обумовлено наявністю зв'язку різного ступеня між різними ознаками.

Для позбавлення від мультиколінеарності використаємо методи поетапного включення та поетапного виключення змінних.

У модулі Multiple Regression реалізований метод покрокового включення параметрів (Forward stepwise) і метод покрокового виключення параметрів (Backward stepwise). Вибір методів здійснюється на стартовій панелі в меню Advanced (рис. 3.28).

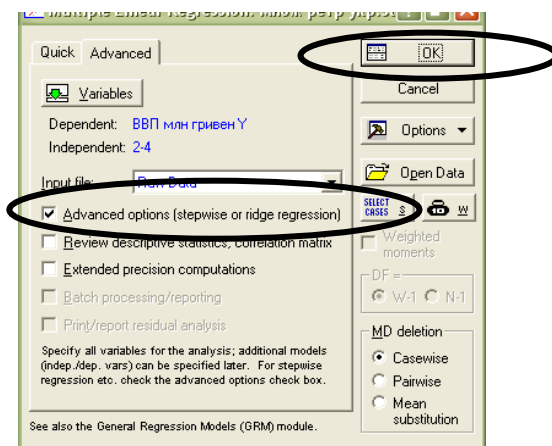


Рис. 3.28. Діалогове вікно модуля Multiple Regression

Першим етапом обираємо метод поетапного виключення параметрів (Backward stepwise) (рис. 3.29).

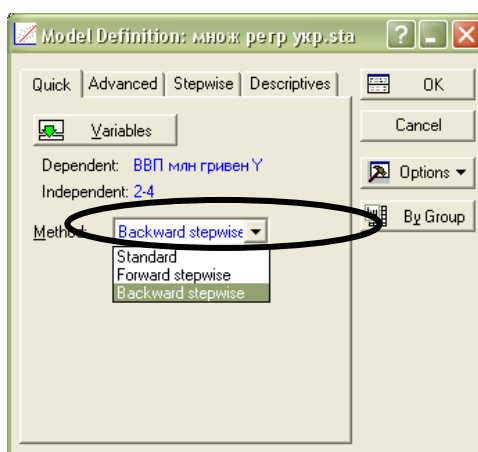


Рис. 3.29. Діалогове вікно вибору методу побудови багаторфакторної моделі

На рис. 3.30 показано результати побудови багатофакторної моделі методом пошагового виключення.

Regression Summary for Dependent Variable(Spreadsheet2)						
R= ,99967377 R ² = ,99934765 Adjusted R ² = ,99929329						
F(1,12)=18383, p<0,0000 Std.Error of estimate: 10,217						
	Beta	Std.Err. of Beta	B	Std.Err. of B	t(12)	p-level
N=14						
Intercept			104,860	4,23176	24,779	0,00000
x2	0,99967	0,00737	0,003	0,00002	135,584	0,00000

Рис. 3.30. Багатофакторна модель побудована методом пошагового виключення

Реалізація методу пошагового включення проводиться за рахунок вибору відповідного пункту меню (рис. 3.31). У результаті реалізації розрахункових алгоритмів отримуємо комплекс економетричних моделей.

Regression Summary for Dependent Variable(Spreadsheet2)						
R= ,99967377 R ² = ,99934765 Adjusted R ² = ,99929329						
F(1,12)=18383, p<0,0000 Std.Error of estimate: 10,217						
	Beta	Std.Err. of Beta	B	Std.Err. of B	t(12)	p-level
N=14						
Intercept			104,860	4,23176	24,779	0,00000
x2	0,99967	0,00737	0,003	0,00002	135,584	0,00000

Рис. 3.31. Економетрична модель побудована методом пошагового включення

Проведений аналіз всіх побудованих моделей дозволив зробити висновки, що наявність мультиколінеарності спровокована помилками специфікації, тому доцільно провести додатковий аналіз моделі, чи використати методи згортання ознакового простору.

Запитання для самоконтролю

1. Які завдання вирішує економетрична модель?
2. Наведіть основні передумови класичної лінійної економетричної моделі.
3. Перерахуйте основні етапи використання МНК для одно факторної 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 мультиколінійності в моделі?
8. Перелічіть етапи, з яких складається алгоритм Феррара-Глобера.
9. Наведіть основні методи усунення мультиколінійності?
10. Перелічіть етапи, з яких складається реалізація метода головних компонент.

Завдання для самостійної роботи

Завдання 1. Прокоментуйте результати розрахунків наведених на рис. 3.32. Наведіть загальний вид регресійної моделі та оцініть її адекватність.

Regression Summary for Dependent Variable: Y (Spreadsheet)						
R= ,97904761 R ² = ,95853421 Adjusted R ² = ,95261053						
F(3,21)=161,81 p<,00000 Std.Error of estimate: ,16986						
N=25	Beta	Std.Err. of Beta	B	Std.Err. of B	t(21)	p-level
Intercept			0,12041	0,04525	2,6608	0,01462
X1	0,11119	0,08100	0,12225	0,08906	1,3726	0,18433
X2	-0,45817	0,34634	-0,38190	0,28868	-1,3229	0,20009
X3	1,33885	0,33458	1,07875	0,26958	4,0015	0,00064

Рис. 3.32. Результати побудови регресійної моделі

Завдання 2. Проведіть аналіз якості розробленої регресійної моделі, що має наступний загальний вигляд:

$$Y = -1,49 - 0,6015 \times X1 + 10,60 \times X2 + 5,63 \times X3.$$

Відомо, що $R = 0,75$, довжина ряду $n = 25$, $F_{\text{табл}} = 4,87$. Прокоментуйте результати розрахунків.

Завдання 3. За обраною областю дослідження слід побудувати множинну регресійну модель. Визначте залежну та незалежні змінні моделі, провести відповідні перевірки щодо якості побудови регресійної моделі. Навести обґрунтовані економічні висновки за результатами розрахунків.

Лабораторна робота 4

Дослідження впливу якісних факторів на розвиток СЕС

Мета роботи – опанування навичок побудови моделей із фіктивними змінними за допомогою модулів пакету Statistica 8.0.

Завдання роботи – побудувати регресійну модель впливу якісних факторів на розвиток СЕС.

Методичні рекомендації

У регресійних моделях із тимчасовими рядами використовується три основних види фіктивних змінних:

1) *змінні-індикатори* приналежності спостереження до певного періоду – для моделювання стрибкоподібних структурних зрушень. Межі періоду (моменти "стрибків") повинні бути встановлені з апріорних міркувань;

2) *сезонні змінні* – для моделювання сезонності. Сезонні змінні приймають різні значення залежно від того, якого місяця або кварталу року або якого дня тижня відповідає спостереження;

3) *лінійний тимчасовий тренд* – для моделювання поступових плавних структурних зрушень. Ця фіктивна змінна показує, який проміжок часу пройшов від деякого "нульового" моментів часу до того моменту, до якого відноситься дане спостереження (координати даного спостереження на часовій шкалі). Якщо проміжки часу між послідовними спостереженнями однакові, то тимчасової тренд можна скласти з номерів спостережень.

Приклад 1. Маємо дані про валовий внутрішній продукт України (млн грн) за кварталами з 2012 по 2 квартал 2018 роки (табл. 4.1). Побудуємо регресійну модель, де фіктивні змінні є сезонними – для моделювання сезонності.

Таблиця 4.1

ВВП України в динаміці

Рік	Квартал	Період	ВВП в фактичних цінах (млн грн)
1	2	3	4
2012	1	1	293 493
	2	2	349 212
	3	3	387 620
	4	4	378 564
2013	1	5	302 864
	2	6	353 025
	3	7	394 731
	4	8	404 311
2014	1	9	313 568
	2	10	375 903
	3	11	434 166
	4	12	443 091

1	2	3	4
2015	1	13	375 525
	2	14	455 245
	3	15	563 907
	4	16	584 781
2016	1	17	455 637
	2	18	535 324
	3	19	669 170
	4	20	723 051
2017	1	21	591 008
	2	22	664 760
	3	23	833 130
	4	24	894 022
2018	1	25	700 431
	2	26	807 322

Графічне відображення ВВП України подано на рис. 4.1.

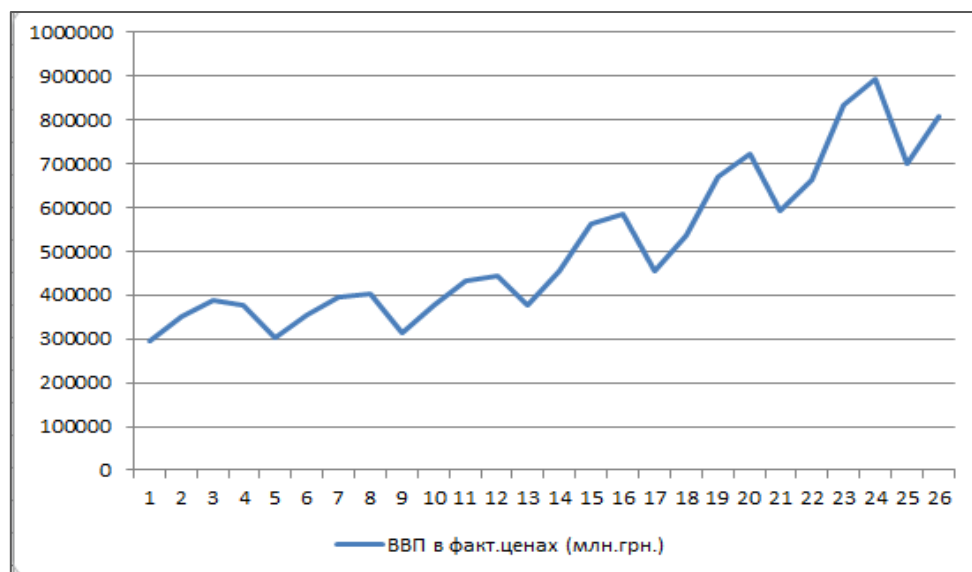


Рис. 4.1. Графік динаміки ВВП України

Нехай залежність між змінними $X(t)$ і Y на основі щоквартальних даних можна досліджувати за допомогою такої моделі:

$$Y = \alpha + \beta x + \gamma_1 D_1 + \gamma_2 D_2 + \gamma_3 D_3 + \varepsilon,$$

де D_1 , D_2 , та D_3 – сезонні фіктивні змінні, які визначаються наступним чином:

$D_1 = 1$ для першого кварталу; $D_1 = 0$ для інших кварталів.

D2 = 1 для другого кварталу; D2 = 0 для інших кварталів.

D3 = 1 для третього кварталу; D3 = 0 для інших кварталів.

Тоді дані для побудови регресійної моделі будуть мати вигляд (рис. 4.2):

	1	2	3	4	5
	t	ВВП	d1	d2	d3
1	1	293493	1	0	0
2	2	349212	0	1	0
3	3	387620	0	0	1
4	4	378564	0	0	0
5	5	302864	1	0	0
6	6	353025	0	1	0
7	7	394731	0	0	1
8	8	404311	0	0	0
9	9	313568	1	0	0
10	10	375903	0	1	0
11	11	434166	0	0	1
12	12	443091	0	0	0
13	13	375525	1	0	0
14	14	455245	0	1	0
15	15	563907	0	0	1
16	16	584781	0	0	0
17	17	455637	1	0	0
18	18	535324	0	1	0
19	19	669170	0	0	1
20	20	723051	0	0	0
21	21	591008	1	0	0
22	22	664760	0	1	0
23	23	833130	0	0	1
24	24	894022	0	0	0
25	25	700431	1	0	0
26	26	807322	0	1	0

Рис. 4.2. Вхідні дані для побудови регресійної моделі

Були проведені розрахунки параметрів багатofакторної регресійної моделі в стартовому пакеті STATISTICA (рис. 4.3 та рис. 4.4).

Multiple Regression Results			
Dependent: \hat{Y}	Multiple R = ,94669296	F = 45,34146	
	R ² = ,89622755	df = 4,21	
No. of cases: 26	adjusted R ² = ,87646137	p = ,000000	
	Standard error of estimate: 61873,473272		
Intercept: 281907,33333	Std. Error: 33961,83	t(21) = 8,3007	p = ,0000
d1 b* = ,898	d2 b* = -,17	d3 b* = -,01	
d1 b* = -,30			

Рис. 4.3. Результати розрахунку параметрів моделі

Regression Summary for Dependent Variable: ВВП (Spreadsheet1) R= ,94669296 RI= ,89622755 Adjusted RI= ,87646137 F(4,21)=45,341 p<,00000 Std.Error of estimate: 61873,						
N=26	b*	Std.Err. of b*	b	Std.Err. of b	t(21)	p-value
Intercept			281907	33961,83	8,30071	0,000000
d1	-0,301708	0,088552	-117414	34461,39	-3,40712	0,002653
d2	-0,168247	0,088454	-65476	34423,22	-1,90209	0,070965
d3	-0,008571	0,087281	-3512	35759,45	-0,09820	0,922706
t	0,898130	0,070453	20671	1621,53	12,74796	0,000000

Рис. 4.4. Результати розрахунку параметрів моделі

Тоді рівняння регресійної моделі має вигляд:

$$Y = 281\,907 + 20\,671 \times t + (-117\,414) \times D1 + (-65\,476) \times D2 + (-3\,512) \times D3,$$

при коефіцієнті множинної кореляції $R = 0,94$ і коефіцієнті детермінації $R^2 = 0,89$, що говорить про адекватність моделі.

Як видно з рис. 4.3 та рис. 4.4 значимими факторами є тільки фактор часу t і фіктивна сезонна змінна $d1$, що пов'язано з різким падінням значень ВВП у всіх перших кварталах порівняно з іншими за шість років.

Приклад 2. Маємо дані щодо державного боргу України (млн грн) поквартально з 2012 по 2 квартал 2018 роки (табл. 4.2). Слід побудувати кусочно-лінійну регресійну модель для вивчення структурних змін у динаміці показника.

Таблиця 4.2

Динаміка зміни державного боргу України

Рік	Квартал	Державний борг (млн грн)
1	2	3
2012	1	475 217
	2	486 562
	3	496 958
	4	492 970
2013	1	527 452
	2	553 393
	3	553 265
	4	550 215

1	2	3
2014	1	585 298
	2	743 577
	3	837 446
	4	945 331
2015	1	1 113 462
	2	1 417 438
	3	1 469 324
	4	1 588 218
2016	1	1 645 620
	2	1 690 002
	3	1 661 360
	4	1 742 640
2017	1	1 931 020
	2	1 972 967
	3	1 971 153
	4	2 046 777
2018	1	2 131 849
	2	2 020 978

Графічне відображення динаміки держборгу з рівнянням тренду представлений на рис. 4.5.

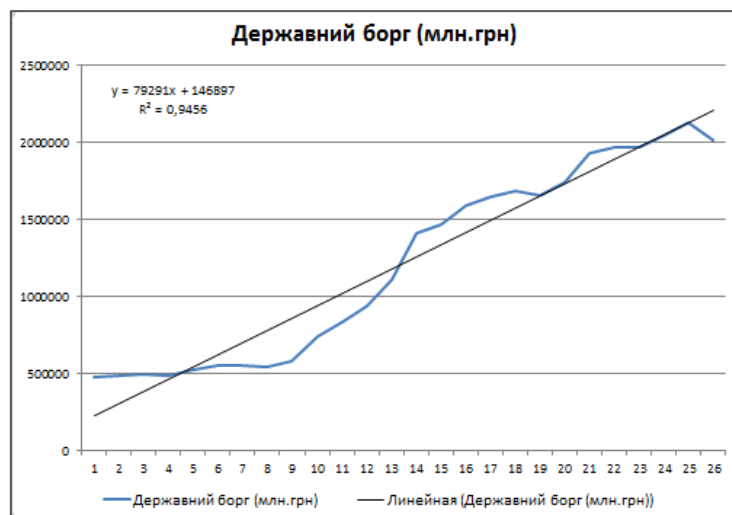


Рис. 4.5. Графік динаміки держборгу з рівнянням тренду

Як видно з коефіцієнта детермінації ($R^2 = 0,94$), знайдене рівняння адекватно описує тенденцію зміни показника. Але у зв'язку з залом-

ленням динаміки Y в точці 9 (1 квартал 2015 року), слід побудувати іншу модель, що включає в себе фіктивну змінну нахилу – модель із взаємодією, що має вигляд:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 \times X + \delta \times D + \gamma \times D \times X + e.$$

У якийсь момент часу ($t = 9$) в змінах Y_t стався перелом. Тоді введемо фіктивну змінну D :

$D = 0$ для $t = 1, \dots, 9$;

$D = 1$ для $t = 10, \dots, 26$.

Дані для моделі з взаємодією мають вигляд (рис. 4.6):

	1 Держборг, млн. грн	2 t	3 D	4 D*t
1	475217	1	0	0
2	486562	2	0	0
3	496958	3	0	0
4	492970	4	0	0
5	527452	5	0	0
6	553393	6	0	0
7	553265	7	0	0
8	550215	8	0	0
9	585298	9	0	0
10	743577	10	1	10
11	837446	11	1	11
12	945331	12	1	12
13	1113462	13	1	13
14	1417438	14	1	14
15	1469324	15	1	15
16	1588218	16	1	16
17	1645620	17	1	17
18	1690002	18	1	18
19	1661360	19	1	19
20	1742640	20	1	20
21	1931020	21	1	21
22	1972967	22	1	22
23	1971153	23	1	23
24	2046777	24	1	24
25	2131849	25	1	25
26	2020978	26	1	26

Рис. 4.6. Вхідні дані для побудови моделі

Результати розрахунків параметрів подані на рис. 4.7 та рис. 4.8.

Multiple Regression Results			
Dependent: \hat{Y} , \hat{e} .	Multiple R = ,98673548	F = 270,9389	
	R ² = ,97364691	df = 3,22	
No. of cases: 26	adjusted R ² = ,97005331	p = ,000000	
	Standard error of estimate: 107926,08897		
Intercept: 457565,55556	Std. Error: 78406,48	t(22) = 5,8358	p = ,0000
	t b* = ,164	D b* = -,29	D*t b* = 1,08

Рис. 4.7. Результати побудови регресійної моделі

Regression Summary for Dependent Variable: Держборг, млн.грн (Spreadsheet1)						
R= ,98673548 RI= ,97364691 Adjusted RI= ,97005331						
F(3,22)=270,94 p<,000000 Std. Error of estimate: 1079E2						
	b*	Std. Err. of b*	b	Std. Err. of b	t(22)	p-value
N=26						
Intercept			457566	78406,5	5,83581	0,000007
t	0,164401	0,170874	13405	13933,2	0,96211	0,346449
D	-0,294291	0,098654	-378304	126817,5	-2,98306	0,006859
D*t	1,082988	0,230230	70195	14922,6	4,70395	0,000108

Рис. 4.8. Результати побудови регресійної моделі

Тоді рівняння регресійної моделі має вигляд:

$$Y = 457\,566 + 13\,405 \times t + (-378\,304) \times D + 70\,195 \times D \times t,$$

при коефіцієнті множинної кореляції $R = 0,98$ і коефіцієнті детермінації $R^2 = 0,97$, що говорить про адекватність моделі.

Коефіцієнт при $D \times t$ значущий, тобто структурна зміна в середині періоду відбулося.

Рівняння:

для 1-ї частини періоду, $D = 0$

$$\hat{Y} = 457\,566 + 13\,405 \times t;$$

для 2-ї частини періоду, $D = 1$

$$\hat{Y} = 457\,566 + 13\,405 \times t + (-378\,304) + 70\,195 \times t.$$

У даному випадку графічне інтерпретація моделі має такий вигляд (рис. 4.9), де чітко вказано структурне зрушення в динаміці значень дер-

жавного боргу в 1-му кварталі 2015 року, що і враховується кусочно-лінійної моделлю.

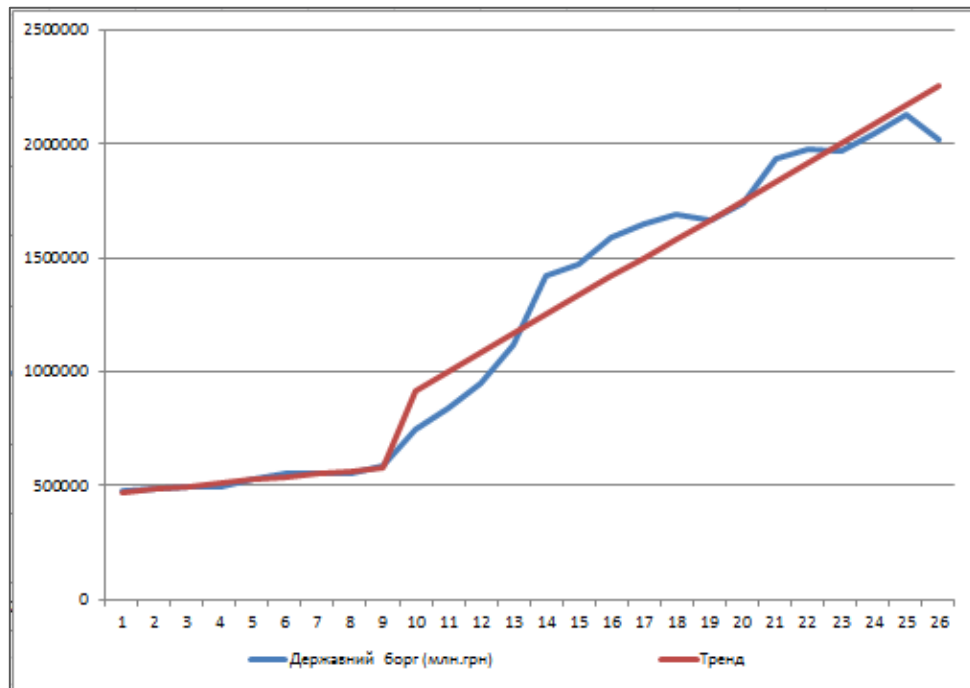


Рис. 4.9. Графічне відображення нових значень Y за лінійно-кусочною моделлю

Приклад 3. Побудуємо модель, яка буде враховувати вплив обсягу реалізації товарів (послуг) господарських суб'єктів за областями на значення їх місцевих бюджетів з урахуванням напрямку дотацій до державного бюджету в 2017 році.

Введемо фіктивну змінну D, яка приймає значення 0, якщо регіон отримує базову дотацію з державного бюджету; приймає значення 1, якщо регіон перераховує реверсивну дотацію в державний бюджет (регіони-донори).

Для побудови моделі зі взаємодією використовується рівняння:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 \times X + \delta \times D + \gamma \times D \times X + e.$$

Тоді дані для побудови моделі будуть мати вигляд (рис. 4.10):

	1	2	Значення напрямк	4
	Місцевий бюджет	Обсяг реалізації		D*X
1	8225,06972	169433,8	0	0
2	4726,03885	165999,2	0	0
3	23266,3798	947250,9	1	947250,9
4	11944,8685	414602,4	1	414602,4
5	5695,82505	105715,7	0	0
6	4608,89139	67417,1	0	0
7	10878,992	304858,3	0	0
8	5070,90836	95606,4	0	0
9	13762,4718	446417,3	1	446417,3
10	4902,60847	93962,9	0	0
11	3163,39407	45026,4	0	0
12	13309,9589	304771,4	0	0
13	5812,11346	146880,2	0	0
14	15998,6493	365159,4	1	365159,4
15	9359,39809	280137,6	1	280137,6
16	4621,00374	72962,7	0	0
17	5663,97962	100237	0	0
18	3622,90027	71747,6	0	0
19	15069,9838	387124,3	1	387124,3
20	4502,06069	77095,6	0	0
21	5822,29473	106986,6	0	0
22	6329,46692	164479,4	0	0
23	3116,47863	39754,1	0	0
24	5016,6371	108964,9	0	0

Рис. 4.10. Вихідні дані для побудови моделі

У результаті розрахунків параметрів множинної регресійної моделі в пакеті STATISTICA, були отримані наступні значення (рис. 4.11 та 4.12):

Multiple Regression Results			
Dependent: Місцевий бюджет	Multiple R = ,97117548	F = 110,6666	
	R ² = ,94318181	df = 3,20	
No. of cases: 24	adjusted R ² = ,93465908	p = ,000000	
Standard error of estimate: 1301,6055031			
Intercept: 1841,1199114	Std. Error: 600,6288	t(20) = 3,0653	p = ,0061
Coefficients: b* = 1,27 b* = ,398 Var b* = -,66			

Рис. 4.11. Результати побудови регресійної моделі

Regression Summary for Dependent Variable: Місцевий бюджет (Spreadsheet1)						
R = ,97117548 RI = ,94318181 Adjusted RI = ,93465908						
F(3,20) = 110,67 p < ,000000 Std. Error of estimate: 1301,6						
N=24	b*	Std. Err. of b*	b	Std. Err. of b	t(20)	p-value
Intercept			1841,120	600,629	3,06532	0,006106
Обсяг реалізації	1,268427	0,163861	0,032	0,004	7,74090	0,000000
Значення напрямку дотацій	0,398171	0,122064	4583,681	1405,177	3,26200	0,003902
D*X	-0,661024	0,224012	-0,014	0,005	-2,95085	0,007902

Рис. 4.12. Результати побудови регресійної моделі

Тоді рівняння регресії має вигляд:

$$Y = 1\,841,120 + 0,032 \times X + 4\,583,681 \times D + (-0,014) \times D \times X.$$

Коефіцієнт множинної регресії $R = 0,97$, а коефіцієнт детермінації $R^2 = 0,94$, що говорить про високу значимість моделі.
рівняння для регіонів з базової дотацією:

$$Y = 1\,841,120 + 0,032 \times X,$$

рівняння для регіонів з реверсивної дотацією:

$$Y = 1\,841,120 + 0,032 \times X + 4\,583,681 + (-0,014) \times X.$$

Оскільки всі параметри значимі, то можна зробити висновок, що на прямок дотацій і обсяг реалізації товарів (послуг) господарських суб'єктів впливає на значення місцевих бюджетів областей. Так, області з реверсивними дотаціями ($D = 1$) мають більший бюджет і більший обсяг реалізації, що пояснює їх можливість виникнення профіциту бюджету і статус "донорів".

Запитання для самоконтролю

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 для однорідної та неоднорідної сукупності?
6. У чому полягає сутність дихотомних змінних?
7. Які умови переведення якісних змінних у кількісні?
8. За допомогою чого можливо адаптувати регресійну модель до неоднорідної сукупності?
9. Перерахуйте види якісних шкал.
10. Чи може фіктивна змінна бути незалежною змінною?

Завдання для самостійної роботи

Завдання 1. Нехай Y – середньомісячне споживання сім'ї в гривнях та X – середньомісячний дохід сім'ї в гривнях. Фіктивна змінна D :

$D = 1$ для сільських сімей,

$D = 0$ для міських сімей.

Провести аналіз наявності структурних зрушень у вибіркових даних за допомогою критерію Чоу.

Завдання 2. Нехай є динаміка ВВП країни в поквартальному розрізі. Передбачається, що в точці $t = 19$ в змінах Y_t відбувся перелом. Визначити чи дійсно відбулась структурна зміна даного показника.

Завдання 3. Проаналізуйте наявність структурних змін у динаміці імпорту України у зв'язку з економічною кризою 2008 р.

Семінарське заняття 3

Ознаки статистичної коректності індексної моделі

Питання для семінарського заняття:

1. Формальні вимоги до зовнішнього представлення чинників в індексному аналізі.
2. Ознаки статистичної коректності індексної моделі.
3. Форми взаємозв'язку між якісними показниками.
4. Паралельна і послідовна форми індексного аналізу, рівнозначна і нерівнозначна.
5. Принципи побудови багатофакторних індексних моделей.

Запитання для самоконтролю

1. Дайте визначення поняття статистичних індексів.
2. Які існують функції індексів?
3. Розкрийте сутність індивідуальних та загальних індексів.
4. Що таке індексована величина?
5. Для чого використовують зведені індекси?
6. Чим відрізняються ланцюгові індекси від базисних?
7. Що характеризують загальні та групові індекси?
8. Перерахуйте основні класифікаційні ознаки індексів.
9. У чому полягають особливості адитивної та мультиплікативної моделі?
10. У чому полягає статистична коректність індексної моделі?

Рекомендована література

Основна

1. Антохонова И. В. Методы прогнозирования социально-экономических процессов : учеб. пособ. / И. В. Антохонова. – Улан-Удэ : Изд-во ВСГТУ, 2004. – 212 с.
2. Бабешко Л. О. Основы эконометрического моделирования : учеб. пособ. / Л. О. Бабешко. – Изд. 3-е. – Москва : КомКнига, 2007. – 432 с.
3. Вітлинський В. В. Моделювання економіки : навч. посіб. / В. В. Вітлинський. – Київ : КНЕУ, 2003. – 408 с.
4. Єріна А. М. Статистичне моделювання та прогнозування : навч. посіб. / А. М. Єріна. – Київ : КНЕУ, 2001. – 138 с.
5. Клебанова Т. С. Эконометрия : учеб.-метод. пособ. для самостоятельного изучения дисц. / Т. С. Клебанова, Н. А. Дубовина, Е. В. Раевна. – Харьков : ИД "ИНЖЭК", 2003. – 132 с.
6. Когнитивная бизнес-аналитика : учебник / под науч. ред. д-ра техн. наук, проф. Н. М. Абдикеева. – Москва : ИНФРА-М, 2011. – 511с.
7. Магнус Я. Р. Эконометрика. Начальный курс : учебник / Я. Р. Магнус, П. К. Катышев, А. А. Пересецкий. – 8-е изд., испр. – Москва : Дело, 2007. – 504 с.
8. Мандель И. Д. Кластерный анализ / И. Д. Мандель. – Москва : Финансы и статистика, 1988. – 176 с.
9. Многомерный статистический анализ в экономике : учеб. пособ. для вузов / Л. А. Сошникова, В. Н. Тамашевич, Г. Уебе, М. Шефер ; под ред. проф. В. Н. Тамашевича. – Москва : ЮНИТИ-ДАНА, 1999. – 598 с.
10. Моделі і методи соціально-економічного прогнозування : підручник / В. М. Геєць, Т. С. Клебанова, О. І. Черняк та ін. – 2-ге вид., виправл. – Харків : ВД "ИНЖЕК", 2008. – 396 с.
11. Присенко Г. В. Прогнозування соціально-економічних процесів : навч. посіб. / Г. В. Присенко, Є. І. Равікович. – Київ : КНЕУ, 2005. – 378 с.
12. Статистика : навч. посіб. / за ред. д-ра екон. наук, проф. О. В. Раєвньої. – Харків : Вид. ХНЕУ, 2010. – 520 с.
13. Статистика / С. С. Герасименко, А. В. Головач, А. М. Єріна та ін. – 2-ге вид., переробл. і допов. – Київ : КНЕУ, 2000. – 467 с.
14. Факторный, дискриминантный и кластерный анализ : пер. с англ. / Дж.-О. Ким, Ч. У. Мьюллер, У. Р. Клекка и др. ; под ред. И. С. Енюкова. – Москва : Финансы и статистика, 1989. – 215 с.

Додаткова

15. Андрієнко В. Ю. Статистичні індекси в економічних дослідженнях / В. Ю. Андрієнко. – Київ, 2004. – 536 с.
16. Богатов О. И. Рейтинговое управление экономическими системами. – Донецк : Юго-Восток, 1999. – 254 с.
17. Буреева Н. Н. Многомерный статистический анализ с использованием ППП "STATISTICA". Учебно-методический материал по программе повышения квалификации "Применение программных средств в научных исследованиях и преподавании математики и механики" / Н. Н. Буреева. – Нижний Новгород, 2007. – 112 с.
18. Дуброва Т. А. Методы многомерной классификации. Дискриминантный анализ в системе STATISTICA : учеб. пособ. / Т. А. Дуброва, А. Г. Бажин, Л. П. Бакуменко ; МГУ экономики, статистики и информатики. – Москва, 2002. – 239 с.
19. Дуброва Т. А. Факторный анализ с использованием пакета "STATISTICA" : учеб. пособ. / Т. А. Дуброва, Д. Э. Павлов, Н. П. Осипова. – Москва : МГУ экономики, статистики и информатики, 2002. – 186 с.
20. Дюран Б. Кластерный анализ. / Б. Дюран, П. Оделл ; пер. с англ. Е. З. Демиденко / под ред. А. Я. Боярского. – Москва : Статистика, 1977. – 254 с.
21. Лещинський О. Л. Економетрія : навч. посіб. для студентів вищих навчальних закладів / О. Л. Лещинський, В. В. Рязанцева, О. О. Юнькова. – Київ : МАУП, 2003. – 208 с.
22. Лямец В. І. Системний аналіз. Вступний курс / В. І. Лямец, А. Д. Тевяшев. – Харків : Изд. ХНУРЕ, 2003. – 452с.
23. Мардас А. Н. Эконометрика / А. Н. Мардас. – Санкт-Петербург : Питер, 2001. – 144 с.
24. Моделирование экономики : учеб. пособ. / Т. С. Клебанова, В. А. Забродский, О. Ю. Полякова, В. Л. Петренко. – Харьков : Изд. ХГЭУ, 2001. – 140 с.
25. Орлов А. И. Организационно-экономическое моделирование : учебник : в 3 ч. / А. И. Орлов. – Москва : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана. – 2009. – 254 с.
26. Плюта В. Сравнительный многомерный анализ в экономических исследованиях: Методы таксономии и факторного анализа / В. Плюта ; пер. с пол. В. В. Иванова ; науч. ред. В. М. Жуковской. – Москва : Финансы и статистика, 1989. – 175 с.

27. Халафян А. А. STATISTICA 6. Статистический анализ данных / А. А. Халафян. – Москва : ООО "Бином-Пресс", 2008. – 512 с.
28. Христиановский В. В. Экономико-математические методы и модели: теория и практика : учеб. пособ. / В. В. Христиановский, В. П. Щербина. – Донецк : ДонНУ. – 2010. – 335 с.
29. Шамилева Л. Л. Статистическое моделирование и прогнозирование. Курс лекций : учеб. пособ. – Донецк : Каштан, 2008. – 310 с.
30. Dickey D. A. Distribution of the estimators for autoregressive time-series with a unit root / D. A. Dickey, W. A. Fuller // Journal of the American statistical association. – 1979. – P. 427–431.
31. Fisher R. A. Statistical methods and scientific induction / R. A. Fisher // Journal of the Royal Statistical Society. – 1955. – No. 17. – P. 69–78.
32. Gencay R. Differentiating intraday seasonalities through wavelet multi-scaling / R. Gencay, F. Selcuk, B. Whitcher // Physica A. – 2001. – No. 289. – P. 543–556.
33. Granger C. W. Forecasting economic time series / C. W. Granger, P. Newbold. – 2nd ed. – New York : Academic Press, 1986. – 324 p.
34. Granger C. W. Time series modelling and interpretation. / C. W. Granger, M. J. Morris // Journal of the Royal Statistical Society. – Ser. A. – 1976.– Vol. 139, part. 2. – P. 234–256.
35. Lachenbruch P. A. Discriminant Analysis / P. A. Lachenbruch. – New York : Hafner, 1974. – 234 p.

Інформаційні ресурси

36. Офіційний сайт департаменту статистики Організації Об'єднаних Націй. – Режим доступу : <http://unstats.un.org/unsd/default.htm>.
37. Офіційний сайт державної служби статистики України. – Режим доступу : <http://www.ukrstat.gov.ua>.
38. Офіційний сайт Міжнародного валютного фонду. – Режим доступу : <http://www.imf.org>.
39. Офіційний сайт Міністерства економічного розвитку та торгівлі України. – Режим доступу : <http://me.kmu.gov.ua>.
40. Офіційний сайт Національного банку України. – Режим доступу : <http://www.bank.gov.ua>.
41. Офіційний сайт Світового банку. – Режим доступу : <http://web.worldbank.org>.

42. Офіційний сайт Світового економічного форуму. – Режим доступу : <http://www.weforum.org>.

43. Офіційний сайт Статкомітету СНД. – Режим доступу : <http://www.cisstat.com>.

44. Офіційний сайт асоціації українських банків. – Режим доступу : <http://aub.org.ua>.

45. Офіційний сайт Фонду миру. – Режим доступу : <http://www.fundforpeace.org/global>.

46. Ратникова Т. А. Введение в эконометрический анализ панельных данных [Электронный ресурс] : лекционные и методические материалы / Т. А. Ратникова. – Режим доступа : http://uisrussia.msu.ru/docs/nov/hse_ejournal/2006/2/10_02_06.pdf.

47. Фортуна В. В. Питання застосування панельних даних в економічних дослідженнях [Електронний ресурс] / В. В. Фортуна, О. В. Саркіс'янц. – Режим доступу : http://www.nbuv.gov.ua/portal/Soc_Gum/VDU_ekon/2011_2_SV/tom2/235.pdf.

48. Электронный учебник по статистике StatSoft [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.statsoft.ru>.

Методичне забезпечення

49. Лабораторний практикум з навчальної дисципліни "Статистичне моделювання та прогнозування" для студентів напряму підготовки "Прикладна статистика" / уклад. О. В. Раєвнева, І. В. Чанкіна, Л. А. Гольцяєва. – Харків : Вид. ХНЕУ, 2014. – 69 с.

50. Лабораторний практикум з навчальної дисципліни "Статистичне моделювання та прогнозування" для студентів напряму підготовки "Прикладна статистика" / уклад. О. В. Раєвнева, К. А. Стрижиченко, І. В. Чанкіна, Л. А. Гольцяєва. – Харків : Вид. ХНЕУ, 2013. – 60 с.

51. Робоча програма навчальної дисципліни "Статистичне моделювання та прогнозування" для студентів напряму підготовки 6.030506 "Прикладна статистика" денної форми навчання / уклад. О. В. Раєвнева, К. А. Стрижиченко. – Харків : Вид. ХНЕУ, 2014. – 47 с.

52. Статистичне моделювання та прогнозування : навч. посіб. / за ред. д-ра екон. наук, проф. О. В. Раєвневої. – Харків : ВД "ІНЖЕК", 2013. – 537 с.

ЗМІСТ

Вступ.....	3
Змістовий модуль 1. Методологічні основи статистичного моделювання і прогнозування.....	5
Лабораторна робота 1. Формування інформаційної бази моделі. Стратифікація вибірових даних	5
Семінарське заняття 1. Формування інформаційної бази моделі і опис об'єкта моделювання	20
Семінарське заняття 2. Експертні методи прогнозування, їх зміст та суттєві відмінності.....	20
Лабораторна робота 2. Багатофакторне ранжування.....	21
Змістовий модуль 2. Моделювання взаємозв'язків економічних процесів.....	37
Лабораторна робота 3. Побудова лінійної регресії. Перевірка моделі на наявність мультиколінеарності та її усунення	37
Лабораторна робота 4. Дослідження впливу якісних факторів на розвиток СЕС	57
Семінарське заняття 3. Ознаки статистичної коректності індексної моделі	68
Рекомендована література.....	69
Основна	69
Додаткова	70
Інформаційні ресурси	71
Методичне забезпечення	72

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

СТАТИСТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ. МОДУЛЬ 1 ТА 2

**Методичні рекомендації
до лабораторних робіт та самостійних робіт
для студентів спеціальності 051 "Економіка"
першого (бакалаврського) рівня**

Самостійне електронне текстове мережеве видання

Укладачі: **Раєвська** Олена Валентинівна
Бровко Ольга Іванівна
Дериховська Вікторія Ігорівна

Відповідальний за видання *О. В. Раєвська*

Редактор *О. В. Анацька*

Коректор *В. Ю. Труш*

План 2020 р. Поз. № 115 ЕВ. Обсяг 74 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.*