МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ СЕМЕНА КУЗНЕЦЯ

Завдання до самостійної роботи з навчальної дисципліни "СТАТИСТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ"

для студентів напряму підготовки
6.030506 "Прикладна статистика"
денної форми навчання

Харків. Вид. ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2014

Затверджено на засіданні кафедри статистики та економічного прогнозування.

Протокол № 13 від 07.03.2014 р.

Укладачі: Раєвнєва О. В.
Гольтяєва Л. А.
Чанкіна І. В.

З-13 Завдання до самостійної роботи з навчальної дисципліни "Статистичне моделювання та прогнозування" для студентів напряму підготовки 6.030506 "Прикладна статистика" денної форми навчання / укл. О. В. Раєвнєва, Л. А. Гольтяєва, І. В. Чанкіна. – Х. : Вид. ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2014. – 72 с. (Укр. мов.)

Наведено загальні підходи до організації самостійної роботи студентів, які розроблено відповідно до Положення про самостійну роботу студентів, що відбиває специфіку навчального процесу напряму підготовки "Прикладна статистика".

Рекомендовано для студентів напряму підготовки 6.030506 "Прикладна статистика".

Вступ

Економічні системи, що вивчаються сучасною наукою, з великими труднощами піддаються дослідженню звичайними (вербальними) теоретичними методами. Прямий експеримент над ними неможливий. Ціна помилок і прорахунків велика, тому математичне моделювання є неминучою складовою науково-технічного прогресу.

Моделювання – основний специфічний метод наук, що застосовується для аналізу та синтезу систем управління. Це особий пізнавальний спосіб, коли суб'єкт дослідження замість безпосереднього досліджуваного об'єкт а пізнання обирає чи створює подібний до нього допоміжний об'єкт – образ чи модель, досліджує його, а отримані нові знання переносить на об'єкт-оригінал. Завдяки активній ролі суб'єкта, сам процес моделювання має творчий, активний характер. Швидкий розвиток і широке застосування новітніх пакетів прикладних програм та інструментів обчислювальної техніки зумовлюють необхідність формування у фахівця з "Прикладної статистики" нових компетентностей, спрямованих на набуття знань та вмінь використання економіко-математичного моделювання для аналізу складних, масових соціально-економічних явищ та процесів.

Статистичне моделювання та прогнозування – одна з базових дисциплін напряму підготовки "Прикладна статистика" четвертого року навчання освітньо-професійного рівня "бакалавр".

Самостійна робота студента (СРС) – це форма організації навчального процесу, за якої заплановані завдання виконуються студентом самостійно під методичним керівництвом викладача.

Організація СРС на основі компетентісного підходу надає можливості особистого включення студента в освоєння професійної діяльності й формування у нього професійно значимих якостей. На відміну від знання компетентність існує у формі діяльності, а не інформації про неї; на відміну від навичок – компетентність є усвідомлена, а на відміну від вміння – вона пов'язана з саморозвитком творчого потенціалу студента.

У результаті СРС з дисципліни студент набуває наступних компетентностей (табл. 1).

Таблиця 1

Вимоги до компетентностей, які повинен здобути студент, що виконує самостійну роботу з навчальної дисципліни "Статистичне моделювання та прогнозування"

(за Національною рамкою кваліфікацій)

<table>
<tr><td>№ п/п</td><td>Зміст компетентності</td><td>Теми дисципліни, що формують компетентність</td></tr>
<tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr>
<tr><td colspan="3">1. Здатність набувати теоретичні знання зі статистичного моделювання та прогнозування й отримувати навички формування інформаційного простору дослідження</td></tr>
<tr><td>Знання</td><td>Знання основних теоретичних положень моделювання, видів, етапів, принципів та вимог до побудови економіко-математичних моделей.
Знання принципів та умов формування інформаційної бази моделі, типів невизначеності та методів її зниження.
Знання основних законів розподілу величин та методів перевірки виду розподілу</td><td rowspan="4">Тема 1. Методологічні засади статистичного моделювання і прогнозування

Тема 2. Формування інформаційної бази моделі і опис об’єкта моделювання</td></tr>
<tr><td>Вміння</td><td>Здатність визначити об’єкт моделювання, обирати тип економіко-математичних моделей, необхідних для вирішення прикладної задачі та сформувати вимоги до їх побудови.
Здатність проводити первинний аналіз інформаційного простору дослідження, перевіряти закон розподілу вихідних рядів даних</td></tr>
<tr><td>Комунікація</td><td>Вміння використовувати ПП Statistica 8.0 для вирішення прикладної задачі.
Здатність до критики й самокритики.
Розвиток креативного мислення у ході вирішення поставлених завдань</td></tr>
<tr><td>Автономність і відповідальність</td><td>Здатність виділяти серед різноманітних пропозицій щодо вирішення проблеми інформацію, яка дозволяє це здійснити.
Здатність до розвитку креативного мислення у ході вирішення поставлених завдань.
Прагнення до неперервного особистісного та професійного вдосконалення</td></tr>
</table>

Продовження табл. 1

1	2	3
2. Здатність до моделювання процесів на підставі визначення груп однорідних об'єктів		
Знання	Знання базових категорій та принципів прогнозування. Знання особливостей багатофакторного процесу та його видів. Знання основних типів та етапів стратифікації. Знання особливостей концепції рейтингового управління, основних підходів, методів та моделей побудови рейтингу. Знання особливостей експертних методів прогнозування та етапів проведення експертизи	Тема 3. Методологічні принципи багатофакторного прогнозування Тема 4. Багатофакторне ранжирування, рейтингові оцінки
Вміння	Здатність проводити стратифікацію станів модельованої системи (підприємств, організації, регіонів та ін.). Здатність будувати рейтинг підприємств, організації, регіонів і т. ін. за допомогою методів, основаних як на кількісній інформації, так і на експертних оцінках. Здатність оцінювати узгодженість експертів та якість проведеної експертизи	
Комунікація	Навички до проведення експертизи, організації роботи групи експертів. Навички толерантного ставлення до іншої думки у ході вирішення завдання. Вміння використовувати ПП Statistica 8.0 та MS Excell для вирішення прикладної задачі. Здатність до критики й самокритики. Розвиток креативного мислення при вирішенні поставлених завдань	
Автономність і відповідальність	Здатність виділяти серед різноманітних пропозицій щодо вирішення проблеми інформацію, яка дозволяє це здійснити. Здатність до розвитку креативного мислення у ході вирішення поставлених завдань. Прагнення до неперервного особистісного та професійного вдосконалення	

Продовження табл. 1

1	2	3
3. Здатність до моделювання взаємозв'язків між економічними процесами та явищами		
Знання	Знання передумов побудови класичної лінійної регресії, методів визначення її параметрів. Знання критеріїв оцінки адекватності моделі. Знання методів перевірки моделі на мультиколінеарність та методів її усунення. Знання видів шкал та методики перетворення кількісних шкал в якісні. Знання видів моделей з фіктивними змінними та методів оцінки наявності структурних зрушень в економічних процесах. Знання методів однофакторного та багатофакторного дисперсійного аналізу, методів оцінки величини стандартизованих ефектів. Знання видів індексів, особливостей використання індексного аналізу. Знання математичного та економічного змісту індексних моделей	Тема 5. Класична множинна регресія. Логіко-статистичні передумови забезпечення адекватності регресійних моделей Тема 6. Регресія на змішаних множинах чинників Тема 7. Моделювання взаємозв'язку в комбінаційних групуваннях і модель стандартизованих групувань Тема 8. Багатофакторні індексні моделі
Вміння	Здатність проводити оцінку параметрів лінійної регресійної моделі, визначати її адекватність та за допомогою моделі прогнозувати зміну факторної ознаки. Здатність проводити оцінку регресійної моделі на мультиколінеарність та усувати її за необхідністю. Здатність використовувати фіктивні змінні для оцінки впливу якісних факторів на розвиток соціально-економічних систем (підприємств, регіонів та ін.). Здатність використовувати дисперсійний аналіз для аналізу взаємозв'язків за даними комбінаційних групувань. Здатність використовувати індексний аналіз під час моделювання оцінки структурних зрушень в протіканні економічних процесів, визначати коректність розробленої індексної моделі	
Комунікація	Навички толерантного ставлення до іншої думки у ході вирішення завдання. Вміння використовувати ПП Statistica 8.0 та MS Excel для вирішення прикладної задачі. Здатність до критики й самокритики.	

Продовження табл. 1

1	2	3
	Розвиток креативного мислення у ході вирішення поставлених завдань. Вміння вести дискусію й презентувати результати статистичних досліджень	
Автономність і відповідальність	Здібність виділяти серед різноманітних пропозицій щодо вирішення проблеми інформацію, яка дозволяє це здійснити. Здатність до розвитку креативного мислення у ході вирішення поставлених завдань. Прагнення до неперервного особистісного та професійного вдосконалення	
4. Здатність до моделювання та прогнозування часових рядів у процесі дослідження динаміки розвитку СЕС		
Знання	Знання принципів декомпозиції часового ряду, методів оцінки наявності тренду та перевірки його виду. Знання сутності автокореляції методів її визначення, її наявності та методів усунення автокореляції залишків моделі. Знання принципів та підходів до моделювання циклічності в економічних процесах. Знання етапів та принципів побудови моделей адаптивного прогнозування. Знання принципів побудови інтегрованих моделей авторегресії першого та другого порядку	Тема 9. Моделювання і прогнозування тенденцій розвитку Тема 10. Моделювання повних циклів і процесів оновлення Тема 11. Моделі адаптивного прогнозування та інтегрована модель авторегресії
Вміння	Здатність проводити декомпозицію ряду динаміки та моделювати його трендову складову з метою прогнозування показників розвитку систем (підприємств, регіонів та ін.). Здатність до побудови автокореляційної моделі та проведення перевірки наявності автокореляції залишків моделі та її усунення. Здатність виявляти та моделювати циклічні коливання в економічних процесах за допомогою розкладу в ряд Фур'є. Здатність застосовувати методи адаптивного прогнозування у процесі дослідження перспективних та ретроспективних тенденцій розвитку СЕС (підприємств, організацій, регіонів та ін.). Здатність використовувати інтегровані моделі авторегресії у процесі дослідження економічних процесів стохастичної природи	

Продовження табл. 1

1	2	3
Комунікація	Вміння використовувати ПП Statistica 8.0 та MS Excel для вирішення прикладної задачі. Здатність до критики й самокритики. Розвиток креативного мислення у ході вирішення поставлених завдань статистичних досліджень	
Автономність і відповідальність	Здатність виділяти серед різноманітних пропозицій щодо вирішення проблеми інформацію, яка дозволяє це здійснити. Здатність до розвитку креативного мислення у ході вирішення поставлених завдань, прагнення до неперервного особистісного та професійного вдосконалення	
5. Здатність до моделювання структурно-динамічних особливостей розвитку складних СЕС		
Знання	Знання принципів побудови моделей панельних даних, їх різновиди, методи перевірки якості моделей. Знання видів систем регресійних рівнянь, передумов їх ідентифікованості, методів оцінки їх параметрів	Тема 12. Модель об’єкто-періодів Тема 13. Моделювання причинних комплексів і рекурентні моделі
Вміння	Здатність до побудови моделей на панельних даних у ході дослідження просторових об’єктів у динаміці. Здатність використовувати системи регресійних рівнянь у процесі дослідження складно-струткрурованих економічних системи та взаємодії їх складових	
Комунікація	Вміння використовувати ПП Statistica 8.0 та Eviews 7.0 для вирішення прикладної задачі. Здатність до критики й самокритики. Розвиток креативного мислення у ході вирішення поставлених завдань	
Автономність і відповідальність	Здатність виділяти серед різноманітних пропозицій щодо вирішення проблеми інформацію, яка дозволяє це здійснити. Здатність до розвитку креативного мислення у ході вирішення поставлених завдань. Прагнення до неперервного особистісного та професійного вдосконалення	

1	2	3
6. Здатність до визначення та моделювання поведінки однорідних складних СЕС		
Знання	Знання основних понять факторного аналізу, його види та методи. Знання принципів реалізації методів головних компонент. Знання сутності кластерного аналізу, відмінностей між кластеризацією і класифікацією. Знання методів стандартизації та визначення відстані між об'єктами. Знання методів кластерного аналізу. Знання основних понять дискримінатного аналізу, способи проведення покрокового дискримінантного аналізу. Знання критеріїв оцінки якості класифікації	Тема 14. Модель головних компонент Тема 15. Кластерний аналіз Тема 16. Дискримінантний аналіз
Вміння	Здатність використовувати метод головних компонент для редукції факторного простору дослідження СЕС (підприємств, регіонів і та ін.). Здатність групувати СЕС (підприємства, регіони та ін.) методами природної та штучної кластеризації. Здатність до обґрунтування вибору міри відстані між об'єктами. Здатність до розробки дискримінаційної функції та перевірка якості кластеризації СЕС (підприємств, організації, регіонів та ін.)	
Комунікація	Вміння використовувати ПП Statistica 8.0 для вирішення прикладної задачі. Здатність до критики й самокритики. Розвиток креативного мислення у ході вирішення поставлених завдань статистичних досліджень	
Автономність і відповідальність	Здатність виділяти серед різноманітних пропозицій щодо вирішення проблеми інформацію, яка дозволяє це здійснити. Здатність до розвитку креативного мислення у ході вирішення поставлених завдань. Прагнення до неперервного особистісного та професійного зростання	

1. Технологія організації СРС з навчальної дисципліни

1.1. Планування та організація СРС

Планування СРС з навчальної дисципліни здійснюється на основі визначення науково обґрунтованих нормативів часу на виконання всіх видів навчальних завдань за кожною темою.

Головним у ході проведення СРС є не стільки оптимізація її окремих видів, скільки утворення умов високої активності, самостійності й відповідальності в ході всіх видів навчальної діяльності.

Мета СРС – засвоєння в повному обсязі навчальної програми та формування у студентів загальних і професійних компетентностей, які відіграють суттєву роль у становленні майбутнього фахівця вищого рівня кваліфікації.

Навчальний час, відведений для самостійної роботи студентів денної форми навчання, визначається навчальним планом і становить 57 % (184 години) від загального обсягу навчального часу на вивчення дисципліни (324 години). У ході самостійної роботи студент має перетворитися на активного учасника навчального процесу, навчитися свідомо ставитися до оволодіння теоретичними і практичними знаннями, вільно орієнтуватися в інформаційному просторі, нести індивідуальну відповідальність за якість власної професійної підготовки. СРС включає: опрацювання лекційного матеріалу; опрацювання та вивчення рекомендованої літератури, основних термінів та понять за темами дисципліни; підготовку до лабораторних занять; підготовку до виступу на семінарських заняттях; поглиблене опрацювання окремих лекційних тем або питань; виконання індивідуальних завдань (вирішення розрахункових індивідуальних та комплексних завдань) за вивченою темою; пошук (підбір) та огляд літературних джерел за заданою проблематикою дисципліни; аналітичний розгляд наукової публікації; контрольну перевірку студентами особистих знань за запитаннями для самодіагностики; підготовку до тестових контрольних робіт; підготовку до модульного контролю; систематизацію вивченого матеріалу з метою підготовки до семестрового екзамену.

Необхідним елементом успішного засвоєння матеріалу навчальної дисципліни є самостійна робота студентів з вітчизняною та закордонною спеціальною економічною літературою, нормативними актами з питань державного регулювання економіки, статистичними матеріалами.

Організація СРС у процесі вивчення навчальної дисципліни представляє єдність двох взаємопов'язаних видів: *аудиторної* СРС та *позааудиторної* СРС.

Важливим елементом позааудиторної СРС є виконання домашнього завдання (ДЗ).

Основні види самостійної роботи, які запропоновані студентам для засвоєння теоретичних знань з навчальної дисципліни, наведені в табл. 2.

Таблиця 2

Завдання для самостійної роботи студентів та форми її контролю

Тиждень	Зміст самостійної роботи студентів	Кількість годин	Форми контролю СРС	Література
1	2	3	4	5
Змістовий модуль 1. Методологічні основи статистичного моделювання і прогнозування				
1	Тема 1 – 2. Пошук, підбір та огляд літературних джерел за тематикою навчальної дисципліни. Виконання домашніх завдань щодо перевірки закону розподілу варіаційного ряду	6	Перевірка ДЗ	Основна: [1; 3; 4; 6; 13]. Додаткова: [24; 31; 32]
2	Тема 2. Пошук, підбір та огляд літературних джерел за тематикою навчальної дисципліни. Підготовка до семінарського заняття. Виконання домашніх завдань щодо дослідження статистичних характеристик страт	9	Перевірка ДЗ. Оцінка змістовності підготовленого матеріалу до семінарського заняття	Основна: [3; 13]. Додаткова: [24]
3	Тема 3. Пошук, підбір та огляд літературних джерел за тематикою навчальної дисципліни. Підготовка до семінарського заняття. Виконання домашніх завдань щодо ранжування об'єктів за допомогою розрахунку узагальнюючого показника рівня розвитку	7	Перевірка ДЗ	Основна: [1; 11]. Додаткова: [37]

Продовження табл. 2

1	2	3	4	5
4	Тема 4. Пошук, підбір та огляд літературних джерел за тематикою навчальної дисципліни. Виконання домашніх завдань щодо прогнозування показника за допомогою регресійної моделі	8	Перевірка ДЗ. Оцінка змістовності підготовленого матеріалу до семінарського заняття	Основна: [3]. Додаткова: [17; 26]
Змістовий модуль 2. Моделювання взаємозв'язків економічних процесів				
5	Тема 5. Пошук, підбір та огляд літературних джерел за тематикою навчальної дисципліни. Виконання домашніх завдань щодо показника за допомогою регресійної моделі	7	Перевірка ДЗ	Основна: [2; 7; 9]. Додаткова: [23]
6	Тема 5 – 6. Пошук, підбір та огляд літературних джерел за тематикою навчальної дисципліни. Виконання домашніх завдань щодо перевірки мультиколінеарності за допомогою алгоритму Ферра-Глобера	11	Перевірка ДЗ	Основна: [2; 7; 9]. Додаткова: [23; 25]
7	Тема 6 – 7. Пошук, підбір та огляд літературних джерел за тематикою навчальної дисципліни. Підготовка до контрольної роботи. Виконання домашніх завдань щодо аналізу наявності структурних зрушень у вибіркових даних за допомогою критерію Чоу	4	Перевірка ДЗ	Основна: [2; 6 – 9; 13]. Додаткова: [23; 32]
8	Тема 8. Пошук, підбір та огляд літературних джерел за тематикою навчальної дисципліни. Поетапне виконання ІНДЗ. Підготовка до семінарського заняття. Виконання домашніх завдань щодо вирішення завдань дисперсіного аналізу не параметричними методами	4	Перевірка ДЗ. Оцінка змістовності підготовленого матеріалу до семінарського заняття	Основна: [5; 13]. Додаткова: [16]
9	Тема 9. Пошук, підбір та огляд літературних джерел за тематикою навчальної дисципліни. Поетапне виконання ІНДЗ. Підготовка до семінарського заняття. Виконання домашніх завдань щодо побудови нелінійної трендової моделі в Statistica 8.0	10	Перевірка ДЗ	Основна: [1; 4; 7; 9; 11]. Додаткова: [23; 34 – 37]

Продовження табл. 2

1	2	3	4	5
Змістовий модуль 3. Моделювання часових процесів				
10	Тема 9 – 10. Пошук, підбір та огляд літературних джерел за тематикою навчальної дисципліни. Поетапне виконання ІНДЗ. Виконання домашніх завдань щодо усунення автокореляції залишків моделі	11	Перевірка ДЗ	Основна: [1; 4; 7; 9; 11]. Додаткова: [15; 23; 34 – 37]
11	Тема 11. Пошук, підбір та огляд літературних джерел за тематикою навчальної дисципліни. Поетапне виконання ІНДЗ. Виконання домашніх завдань щодо вибору параметрів моделей адаптивного прогнозування та інтегрованої моделі авторегресії	9	Перевірка ДЗ	Основна: [4; 11]. Додаткова: [15; 20]
Змістовий модуль 4. Моделювання і прогнозування багатомірних процесів				
12	Тема 12. Пошук, підбір та огляд літературних джерел за тематикою навчальної дисципліни. Поетапне виконання ІНДЗ. Виконання домашнього завдання щодо підготовки вихідних даних у пакеті Eviews	11	Перевірка ДЗ	Основна: [9]. Додаткова: [28; 29]
13	Тема 12 – 13. Пошук, підбір та огляд літературних джерел за тематикою навчальної дисципліни. Поетапне виконання ІНДЗ. Виконання домашнього завдання щодо перевірки якості моделі панельних даних	9	Перевірка ДЗ	Основна: [3; 6; 7; 9]. Додаткова: [25; 26; 28; 29]
14	Тема 13 – 14. Пошук, підбір та огляд літературних джерел за тематикою навчальної дисципліни. Поетапне виконання ІНДЗ. Виконання домашнього завдання щодо побудови системи рівнянь в пакеті Eviews	11	Перевірка ДЗ	Основна: [3; 6; 7; 12; 14]. Додаткова: [18; 20; 25; 26]
15	Тема 14 – 15. Пошук, підбір та огляд літературних джерел за тематикою навчальної дисципліни. Поетапне виконання ІНДЗ. Виконання домашнього завдання щодо дослідження отриманих факторів	9	Перевірка ДЗ	Основна: [10; 12; 14]. Додаткова: [18; 21; 27]

Закінчення табл. 2

1	2	3	4	5
16	Тема 15 – 16. Пошук, підбір та огляд літературних джерел за тематикою навчальної дисципліни. Поетапне виконання ІНДЗ. Виконання домашнього завдання щодо перевірки якості кластерного аналізу	11	Перевірка ДЗ	Основна: [10; 12; 14]. Додаткова: [18; 19; 21; 27]
17	Тема 16. Пошук, підбір та огляд літературних джерел за тематикою навчальної дисципліни. Оформлення звіту та презентації ІНДЗ. Підготовка до контрольної роботи. Виконання домашнього завдання щодо перевірки класифікації об'єктів за дискримінаційною функцією	9	Перевірка ДЗ. Захист ІНДЗ	Основна: [12; 14]. Додаткова: [18; 19]

1.2. Мотивація та контроль

Передусім, ефективність реалізації СРС залежить від зацікавленості в досягненні результату, тобто від стійкої мотивації.

Мотивація – це сукупність факторів, що стимулюють, і спонукають студента до здійснення будь-якої дії в рамках певної діяльності.

Загальними вимогами до проведення СРС є націленість студента на:

виконання завдання;

дотримання строків виконання;

підготовку та відповідальність.

Контроль повинен носити систематичний характер, з метою виявлення недоліків в освітянському просторі й утворення механізму їх усунення, а також сформувати зворотний зв’язок для корекції навчання.

Порядок поточного оцінювання знань студентів має на меті перевірку рівня підготовленості студента з виконання конкретної роботи. Таким чином, СРС оцінюється за наступними критеріями:

а) самостійності виконання;

б) логічності та деталізації плану завдання;

в) правильності розрахунків;

г) наявності конкретних пропозицій щодо практичного використання отриманих результатів;

д) якості оформлення.

Оцінка за кожне завдання з СРС (домашнє завдання) оцінюється 0,2 бала, з них:

0,2 бала – у випадку правильного вирішення завдання, тобто повного виконання всіх елементів завдання, коректного використання статистичної інформації, наявності економічної інтерпретації результатів розрахунків;

0,1 бала – наявність помилок. Дана оцінка виставляється у випадку наявності несуттєвих помилок у розрахунках, відсутності економічної інтерпретації, невиконання деяких елементів завдання чи несвоєчасності виконання;

0 балів – завдання не виконано. Робота не оцінюється у випадку наявності грубих помилок, не виконання більше ніж 50 % завдань, некоректного вибору статистичних даних, що повністю порушує логіку та доцільність розрахунків.

2. Завдання з СРС навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Методологічні основи статистичного моделювання і прогнозування

Тема 1. Методологічні засади статистичного моделювання і прогнозування

Задача: провести перевірку закону розподілу варіаційного ряду.

Варіативні завдання для самостійної роботи

Варіативне завдання 1. Перевірити нормальність закону розподілу динамічного ряду, наведеного в табл. 3.

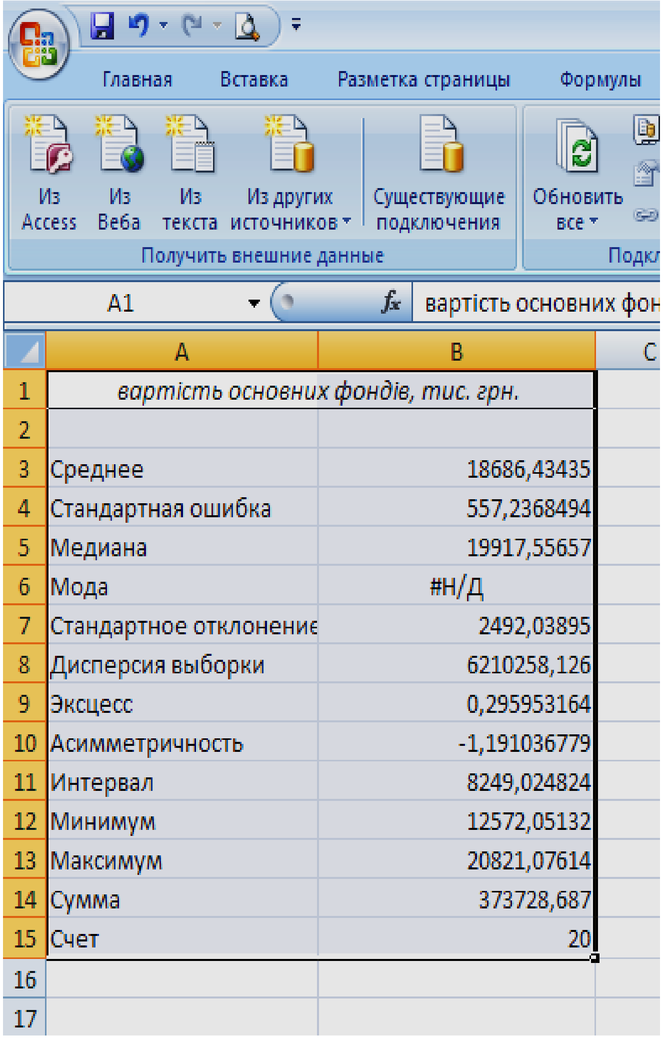
Таблиця 3

Період	Вартість основних фондів, тис. грн
1 кв. 2009 р.	12 572,05
2 кв. 2009 р.	14 405,39
3 кв. 2009 р.	15 424,83
4 кв. 2009 р.	16 201,19
1 кв. 2010 р.	16 390,52
2 кв. 2010 р.	16 598,67
3 кв. 2010 р.	18 241,53
4 кв. 2010 р.	19 635,99
1 кв. 2011 р.	19 900,40
2 кв. 2011 р.	19 900,10
3 кв. 2011 р.	19 934,72
4 кв. 2011 р.	19 989,89
1 кв. 2012 р.	20 321,21
2 кв. 2012 р.	20 333,16
3 кв. 2012 р.	20 466,96
4 кв. 2012 р.	20 534,77
1 кв. 2013 р.	20 606,19
2 кв. 2013 р.	20 657,29
3 кв. 2013 р.	20 792,77
4 кв. 2013 р.	20 821,08

Розв’язання

Статистичну однорідність факторних ознак доцільно перевірити за допомогою коефіцієнта варіації з граничним значенням 33 %.

Розрахунок статистичних показників наведено в протоколі "Описові статистики" на рис. 1.



	A	B
1	*вартість основних фондів, тис. грн.*	
2		
3	Среднее	18686,43435
4	Стандартная ошибка	557,2368494
5	Медиана	19917,55657
6	Мода	#Н/Д
7	Стандартное отклонение	2492,03895
8	Дисперсия выборки	6210258,126
9	Эксцесс	0,295953164
10	Асимметричность	-1,191036779
11	Интервал	8249,024824
12	Минимум	12572,05132
13	Максимум	20821,07614
14	Сумма	373728,687
15	Счет	20

Рис. 1. **Результати розрахунку**

За допомогою розрахунків, проведених на рис. 1, отримаємо значення коефіцієнта варіації для кожної змінної:

$$V_x = \frac{\sigma_x}{\bar{x}} \cdot 100\% = \frac{2\,492{,}04}{18\,686{,}43} \cdot 100\% = 13{,}3\%\,.$$

Проведені розрахунки підтверджують гіпотезу про однорідність факторів.

Критерієм близькості до нормального закону розподілу є правило "трьох сигм".

Відповідно до "**правила трьох сигм**" :

$x_{\min}$ *та* $x_{\max}$ *повинно належати до області значень* $[\bar{x} \pm 3\sigma_x]$.

$$[\bar{x} \pm 3\sigma_x] = 18\,686{,}43 \pm 3 \cdot 2\,492{,}04 = [1\,210{,}31;\ 26\,162{,}55]$$

$$\left.\begin{aligned} x_{min} &= 12572{,}05 \\ x_{max} &= 20821{,}08 \end{aligned}\right\} \rightarrow \left[1210{,}31;26162{,}55\right]$$

Виходячи з проведених розрахунків можна зробити висновок, що розподіл вихідних кількісних факторів близький до нормального закону розподілу.

Варіативне завдання 2. З метою попереднього аналізу інформаційного простору дослідження необхідно провести перевірку закону розподілу показників, що характеризують роздрібну торгівлю в Україні (рис. 2).

	Обсяг роздрібного товарообороту підприємств (юридичних осіб), млн грн	Наявність об'єктів роздрібної торгівлі підприємств (юридичних осіб) на кінець року, тис. од. (Магазинів)	Кількість ринків з продажу споживчих товарів на кінець року, од
1990	78	120,6	1576
1991	132	119,4	1506
1992	1456	116,7	1482
1993	43824	116,5	1418
1994	336968	114,1	1377
1995	11964	109,5	1282
1996	17344	105,4	1231
1997	18933	99,7	1551
1998	19317	94,3	2120
1999	22151	85,4	2320
2000	28757	77,9	2514
2001	34417	72,3	2715
2002	39691	66,8	2863
2003	49994	62,3	2891
2004	67556	58,3	2869
2005	94332	55,8	2886
2006	129952	54,6	2890
2007	178233	52,3	2834
2008	246903	50,5	2785
2009	230955	47,6	2761
2010	280890	48	2758
2011	350059	48,4	2698
2012	405114	47,2	2647

Рис. 2. **Вихідні дані**

Варіативне завдання 3. Знайти 2 динамічні ряди, що характеризують розвиток промисловості України за 2002 – 2013 рр. та перевірити їх на нормальність закону розподілу.

Питання для самоконтролю

1. У чому полягає необхідність використання економіко-математичних моделей у процесі аналізу соціально-економічних систем?

2. У чому полягає різниця між суворо детермінованими моделями та моделями, що враховують невизначеність?

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?

Тема 2. Формування інформаційної бази моделі і опис об'єкта моделювання

Задача: дослідження статистичних характеристик різних типів рядів розподілу.

Варіативні завдання для самостійної роботи

Варіативне завдання 1. Проаналізувати динамічний ряд (рис. 3), який відображає чисельність вчених з 1990 до 2012 років.

	A	B
1		Чисельність науковців, осіб
2	1990	313079
3	1991	295010
4	1992	248455
5	1993	222127
6	1994	207436
7	1995	179799
8	1996	160103
9	1997	142532
10	1998	134413
11	1999	126045
12	2000	120773
13	2001	113341
14	2002	107447
15	2003	104841
16	2004	106603
17	2005	105512
18	2006	100245
19	2007	96820
20	2008	94138
21	2009	92403
22	2010	89534
23	2011	84969
24	2012	82032

Рис. 3. **Вихідні дані**

Розв’язання

Наведемо дані на графіку розподілу чисельності вчених з плином часу (рис. 4).

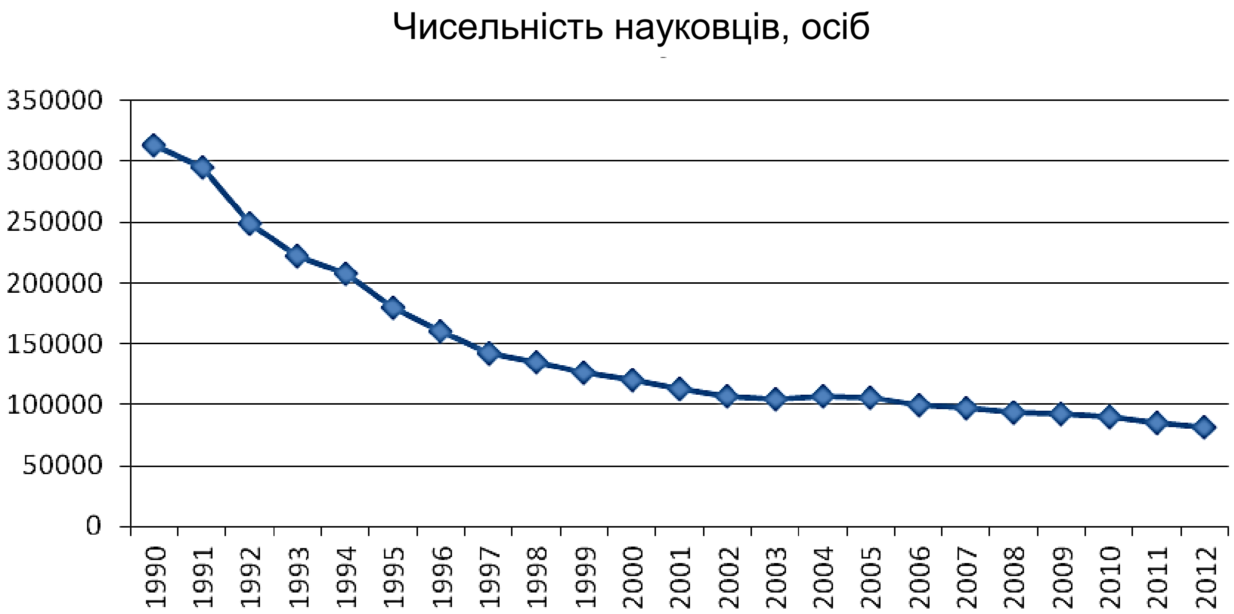


Рис. 4. **Динаміка чисельності вчених**

Розрахуємо середню для моментного ряду за формулою:

$$\bar{y} = \frac{\frac{y_1}{2} + y_2 + y_3 + \ldots + y_{n-1} + \frac{y_n}{2}}{n-1}.$$

У результаті отримаємо значення середнього (рис. 5):

Середнє	142277

Рис. 5. **Значення середньої хронологічної**

Розрахуємо абсолютний приріст, коефіцієнт зростання, темпи зростання і темпи приросту (рис. 6).

	A	B	C	D	E	F
1		Чисельність науковців, осіб	Абсолютний приріст	Коефіцієнт зростання	Темп зростання	Темп приросту
2	1990	313079				
3	1991	295010	-18069	0,942	94,23	-5,77
4	1992	248455	-46555	0,842	84,22	-15,78
5	1993	222127	-26328	0,894	89,40	-10,60
6	1994	207436	-14691	0,934	93,39	-6,61
7	1995	179799	-27637	0,867	86,68	-13,32
8	1996	160103	-19696	0,890	89,05	-10,95
9	1997	142532	-17571	0,890	89,03	-10,97
10	1998	134413	-8119	0,943	94,30	-5,70
11	1999	126045	-8368	0,938	93,77	-6,23
12	2000	120773	-5272	0,958	95,82	-4,18
13	2001	113341	-7432	0,938	93,85	-6,15
14	2002	107447	-5894	0,948	94,80	-5,20
15	2003	104841	-2606	0,976	97,57	-2,43
16	2004	106603	1762	1,017	101,68	1,68
17	2005	105512	-1091	0,990	98,98	-1,02
18	2006	100245	-5267	0,950	95,01	-4,99
19	2007	96820	-3425	0,966	96,58	-3,42
20	2008	94138	-2682	0,972	97,23	-2,77
21	2009	92403	-1735	0,982	98,16	-1,84
22	2010	89534	-2869	0,969	96,90	-3,10
23	2011	84969	-4565	0,949	94,90	-5,10
24	2012	82032	-2937	0,965	96,54	-3,46

Рис. 6. **Розрахунок абсолютного приросту, коефіцієнта зростання, темпу зростання і темпу приросту**

Можна зробити висновок, що спостерігається тенденція до зниження чисельності вчених. У середньому з 1990 до 2012 року налічувалось 142 277 вчених. Значення абсолютного приросту зменшується, що свідчить про зменшення темпів зниження кількості вчених. У 2004 році спостерігається позитивна динаміка зміни чисельності вчених, а найбільша негативна динаміка спостерігалась в 1992 р.

Варіативне завдання 2. Розглянемо просторовий ряд (рис. 7). Розподіл середньомісячної заробітної плати по регіонах України за 2012 рік.

	Назва регіонів	Середньомісячна заробітна плата за регіонами з початку року у 2012 році
3		
4	Автономна Республіка Крим	2 654
5	Вінницька обл.	2 432
6	Волинська обл.	2 339
7	Дніпропетровська обл.	3 138
8	Донецька обл.	3 495
9	Житомирська обл.	2 369
10	Закарпатська обл.	2 351
11	Запорізька обл.	2 927
12	Івано-Франківська обл.	2 540
13	Київська обл.	3 157
14	Кіровоградська обл.	2 428
15	Луганська обл.	3 090
16	Львівська обл.	2 578
17	Миколаївська обл.	2 822
18	Одеська обл.	2 700
19	Полтавська обл.	2 850
20	Рівненська обл.	2 575
21	Сумська обл.	2 503
22	Тернопільська обл.	2 185
23	Харківська обл.	2 752
24	Херсонська обл.	2 268
25	Хмельницька обл.	2 425
26	Черкаська обл.	2 508
27	Чернівецька обл.	2 329
28	Чернігівська обл.	2 308

Рис. 7. **Розподіл середньої заробітної плати по регіонах України**

Варіативне завдання 3. Маємо динамічний ряд розподілу (рис. 8), що відображає експорт та імпорт країни за 2010 – 2012 рр. по місяцях. Проаналізувати наведені дані.

Рік	Місяць	Експорт	Імпорт	Рік	Місяць	Експорт	Імпорт	Рік	Місяць	Експорт	Імпорт
2011	січень	3 008	3 262,3	2011	січень	4 652,8	5 082,1	2012	січень	5 324,8	5 385,3
	лютий	3 372	3 712,8		лютий	4 691	6 386,7		лютий	7 957,7	6 760
	березень	3 944,8	4 716,3		березень	6 004,2	7 047,7		березень	5 875,7	6 933,7
	квітень	4 206,7	4 602,9		квітень	5 603,8	6 297,7		квітень	5 795	7 263,4
	травень	4 194,2	4 412,8		травень	5 697,4	6 766,5		травень	6 239,1	7 582,3
	червень	4 328,6	4 718,8		червень	6 156,7	6 788,1		червень	5 473,4	6 967,1
	липень	4 241	5 163		липень	5 355,3	6 527,4		липень	5 755,1	7 197,5
	серпень	4 249,5	5 423		серпень	5 781,2	7 213,8		серпень	5 835,7	7 277,6
	вересень	4 699,7	5 674,6		вересень	5 964,4	7 385,4		вересень	5 766,5	6 927,4
	жовтень	4 740,7	6 177		жовтень	5 753,9	7 543,7		жовтень	6 244,2	7 674,6
	листопад	5 128,8	6 232,4		листопад	6 262,3	7 678,5		листопад	5 951,1	6 879,7
	грудень	5 391,2	6 646,3		грудень	6 471,2	7 890,6		грудень	5 591,5	7 809,5

Рис. 8. **Вихідні дані**

Питання для самоконтролю

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

3. Яким вимогам повинна відповідати статистична інформація?
4. У чому полягає достовірність інформації?
5. Чому властивістю сучасних соціально-економічних систем є невизначеність?
6. Які існують типи невизначеності?
7. Яким чином можна представити густину розподілу?
8. Перелічіть типи законів розподілу?
9. Які основні характеристики нормального закону розподілу?
10. За якими напрямами проводиться розвідувальний аналіз?

Тема 3. Методологічні принципи багатофакторного прогнозування

Задача: визначити статистичні характеристики отриманих страт та порівняти з відповідними характеристиками всієї вибірки.

Варіативні завдання для самостійної роботи

Варіативне завдання 1. На прикладі рейтингу 100 страхових компаній України, які розподілено за змінною рівня 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 перестрахування. Була проведена 30-відсоткова пропорційна стратифікація. Необхідно визначити статистичні характеристики отриманих страт та порівняти з відповідними характеристиками всієї вибірки.

Розв'язання

Розрахуємо основні статистичні показники для отриманого варіаційного ряду (рис. 9).

Variable	Descriptive Statistics (Spreadsheet7) Valid N	Mean	Median	Mode	Frequency of Mode	Minimum	Maximum	Variance	Std.Dev.	Coef.Var.	Skewness	Kurtosis
Собственный капитал, тыс. грн.	23	288055,2	155831,9	Multiple	1	22119,50	1535746	1,587168E+11	398392,7	138,3043	2,500273	5,81250
Страховые резервы, тыс. грн.	23	192657,4	186554,5	Multiple	1	78454,90	344269	7,533947E+09	86798,3	45,0532	0,225201	-1,22061
Чистые премии, тыс. грн.	23	247861,2	246508,0	Multiple	1	22143,20	576181	1,705736E+10	130603,8	52,6923	0,612384	0,55731

Рис. 9. **Описові статистики**

Гістограми розподілів наведено на рис. 10, 11.

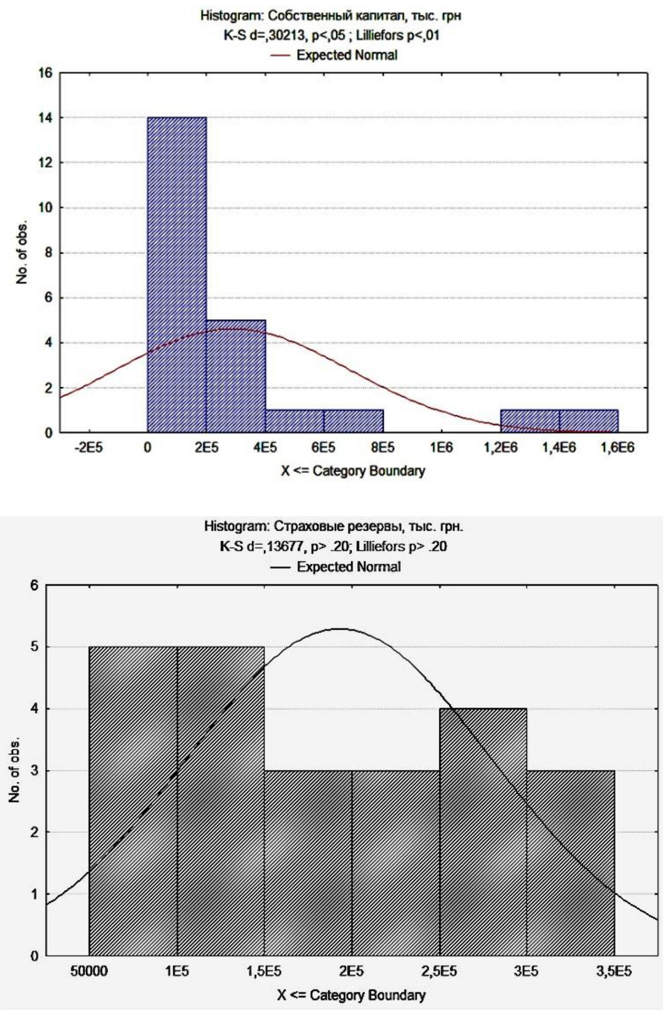


Рис. 10. **Гістограма розподілу Власного капіталу і Страхових резервів**

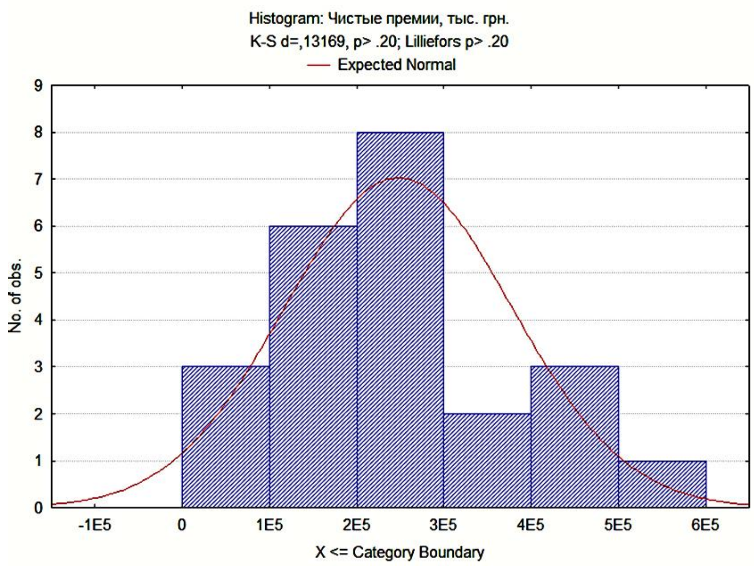


Рис. 11. **Гістограма розподілу Чистих премій**

Розрахуємо t-критерій для даної сукупності (рис. 12).

T-test for Independent Samples (Spreadsheet7)
Note: Variables were treated as independent samples

Group 1 vs. Group 2	**Mean Group 1**	Mean Group 2	t-value	df	p	Valid N Group 1	Valid N Group 2	Std.Dev. Group 1	Std.Dev. Group 2	F-ratio Variances	p Variances
Собственный капитал, тыс. грн. vs. Страховые резервы, тыс. грн.	288055,2	192657,4	1,122071	44	0,267918	23	23	398392,7	86798,3	21,06688	0,000000
Собственный капитал, тыс. грн. vs. Чистые премии, тыс. грн.	288055,2	247861,2	0,459777	44	0,647940	23	23	398392,7	130603,8	9,30489	0,000002

T-test for Independent Samples (Spreadsheet7)
Note: Variables were treated as independent samples

Group 1 vs. Group 2	**Mean Group 1**	Mean Group 2	t-value	df	p	Valid N Group 1	Valid N Group 2	Std.Dev. Group 1	Std.Dev. Group 2	F-ratio Variances	p Variances
Страховые резервы, тыс. грн. vs. Собственный капитал, тыс. грн.	192657,4	288055,2	-1,12207	44	0,267918	23	23	86798,31	398392,7	21,06688	0,000000
Страховые резервы, тыс. грн. vs. Чистые премии, тыс. грн.	192657,4	247861,2	-1,68827	44	0,098436	23	23	86798,31	130603,8	2,26407	0,061532

T-test for Independent Samples (Spreadsheet7)
Note: Variables were treated as independent samples

Group 1 vs. Group 2	**Mean Group 1**	Mean Group 2	t-value	df	p	Valid N Group 1	Valid N Group 2	Std.Dev. Group 1	Std.Dev. Group 2	F-ratio Variances	p Variances
Чистые премии, тыс. грн. vs. Собственный капитал, тыс. грн.	247861,2	288055,2	-0,459777	44	0,647940	23	23	130603,8	398392,7	9,304887	0,000002
Чистые премии, тыс. грн. vs. Страховые резервы, тыс. грн.	247861,2	192657,4	1,688271	44	0,098436	23	23	130603,8	86798,3	2,264066	0,061532

Рис. 12. **Результати t-тестів**

Можна зробити висновок, що після стратифікації дані досі не однорідні, але їх розподіл став ближче до нормального ніж до стратифікації. У першому випадку за розрахованим критерієм Стьюдента можна зробити висновок, що критерій статистично значущий, а є істотна відмінність в середніх і це розходження не випадково. А в другому випадку різниця не така суттєва і має випадковий характер.

Варіативне завдання 2. Перевірити статистичні характеристики отриманих рядів при 10-відсотковій пропорційній стратифікації.

Варіативне завдання 3. Перевірити статистичні характеристики отриманих рядів при 20-відсотковій непропорційній стратифікації.

Питання для самоконтролю

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

9. За якими ознаками поділяються методи прогнозування?

10. Перерахуйте основні принципи моделювання та прогнозування багатофакторних процесів.

Тема 4. Багатофакторне ранжирування, рейтингові оцінки

Задача: проведення ранжування соціально-економічних показників на основі експертного методу, перевірка узгодженості експертів.

Варіативні завдання для самостійної роботи

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

Розв'язання

Визначення вагових коефіцієнтів проводиться за допомогою експертного методу, за допомогою якого розставляють вагомість від 1 до 4 (рис. 13).

Показник	E1	E2	E3	E4	E5
Зовнішній борг, тис. дол. США	2	1	2	2	2
Дохід на душу населення, тис. дол.США	1	4	3	4	3
Експорт, тис. дол. США	3	2	1	3	4
ВВП на душу населення, тис. дол.США	4	3	4	1	1

Рис. 13. **Експертні оцінки**

Проведемо перевірку на узгодженість за допомогою пакету Statistica. Для розрахунку коефіцієнта парної кореляції перенесемо дані в програму (рис. 14).

	1 E1	2 E2	3 E3	4 E4	5 E5
1	2	1	2	2	2
2	1	4	3	4	3
3	3	2	1	3	4
4	4	3	4	1	1

Рис. 14. **Дані для розрахунку коефіцієнта парної кореляції**

У модулі Nonparametric Statistics вибираємо меню Correlation (рис. 15).

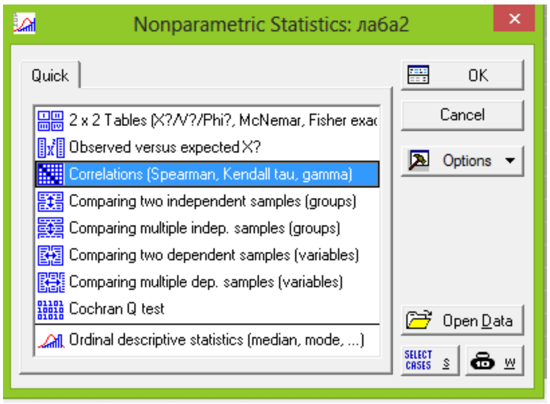


Рис. 15. **Вибір непараметричних критеріїв**

Відкривається меню, встановлюємо необхідні параметри (рис. 16).

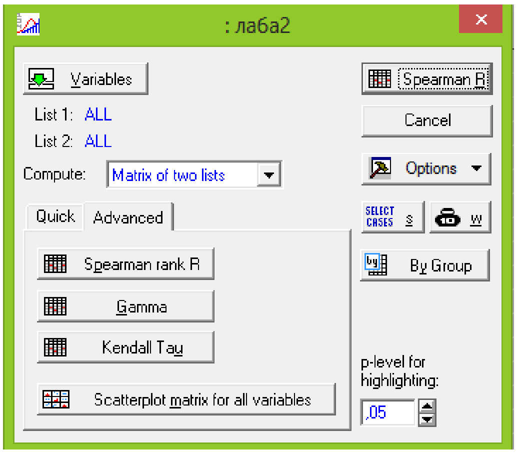


Рис. 16. **Параметри для парної рангової кореляції**

Отримаємо матрицю коефіцієнтів кореляції (рис. 17).

Variable	Gamma Correlations (лаба2) MD pairwise deleted Marked correlations are significant at p <,05000 Э1	Э2	Э3	Э4	Э5
Э1	1	0,000000	0,000000	-0,666667	-0,333333
Э2	0,000000	1	0,333333	0,333333	0,000000
Э3	0,000000	0,333333	1	-0,333333	-0,666667
Э4	-0,666667	0,333333	-0,333333	1	0,666667
Э5	-0,333333	0,000000	-0,666667	0,666667	1

Рис. 17. **Матриця коефіцієнтів парної кореляції Спірмена**

За отриманими коефіцієнтами можна зробити висновок, що думки експертів не є узгодженими.

Для розрахунку коефіцієнта конкордації подамо дані в такому вигляді (рис. 18).

	1 X1	2 X2	3 X3	4 X4
Э1	2	1	3	4
Э2	1	4	2	3
Э3	2	3	1	4
Э4	2	4	3	1
Э5	2	3	4	1

Рис. 18. **Дані для розрахунку коефіцієнта конкордації**

За допомогою модуля Nonparametric Statistics вибираємо меню Comparing multiple dep. Sample (рис. 19).

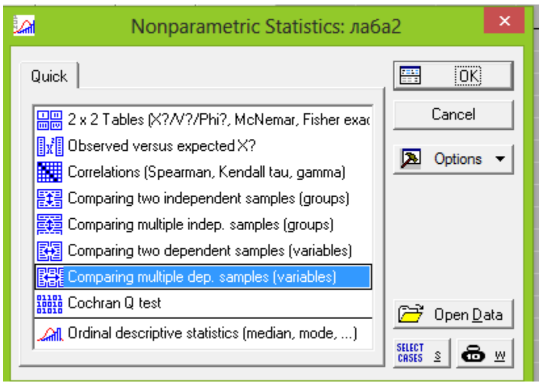


Рис. 19. **Діалогове вікно непараметричних критеріїв**

Відкривається вікно, в якому вибираємо змінні (рис. 20).

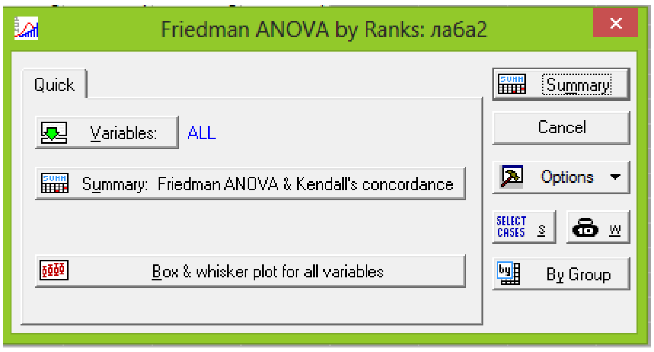


Рис. 20. **Діалогове вікно розрахунку коефіцієнта конкордації**

Отримуємо матрицю рангової кореляції Кендела (рис. 21).

Friedman ANOVA and Kendall Coeff. of Concordance (лаба2)
ANOVA Chi Sqr. (N = 5, df = 3) = 2,280000 p = ,51636
Coeff. of Concordance = ,15200 Aver. rank r = -,0600

Variable	**Average Rank**	Sum of Ranks	Mean	Std.Dev.
X1	1,800000	9,00000	1,800000	0,447214
X2	3,000000	15,00000	3,000000	1,224745
X3	2,600000	13,00000	2,600000	1,140175
X4	2,600000	13,00000	2,600000	1,516575

Рис. 21. **Результати розрахунку коефіцієнта конкордації**

За отриманими даними можна стверджувати, що отримані думки експертів не є узгодженими.

Варіативне завдання 2. З метою побудови ренкінгу регіонів України за рівнем розвитку, необхідно обрати 5 показників, проранжувати їх за допомогою експертного методу та перевірити якість отриманих результатів.

Варіативне завдання 3. З метою дослідження демографічної ситуації в країні необхідно обрати 5 показників, проранжувати їх за допомогою групи експертів (що складається не менше ніж з 15 осіб) та перевірити якість отриманих результатів.

Питання для самоконтролю

1. У яких сферах використовуються рейтингові оцінки? Наведіть приклади.
2. Наведіть основні переваги рейтингової концепції управління.
3. У чому полягає методика рейтингової оцінки ВНЗ України?
4. Які методи використовуються для обробки результатів експертизи?
5. У чому полягає оцінка компетентності експертів?
6. Які методи використовують для оцінки узгодженості думок експертів?
7. Яким чином можна визначити необхідну кількість експертів у групі?
8. Назвіть основні причини, що призводять до неточності експертних оцінок.
9. Що є об’єктом і суб’єктом рейтингового управління?
10. Перерахуйте основних користувачів рейтингової інформації.

Змістовий модуль 2.
Моделювання взаємозв'язків економічних процесів

Тема 5. Класична множинна регресія. Логіко-статистичні передумови забезпечення адекватності регресійних моделей

Задача: провести прогнозування показників за допомогою багатофакторної регресійної моделі. Дослідити модель на наявність мультиколінеарності за допомогою алгоритму Ферра – Глобера.

Варіативні завдання для самостійної роботи

Варіативне завдання 1. Знайти прогнозне значення обсягу ВВП у наступному періоді за наступними значеннями показників: індекс споживчих цін – 100,7 млн грн, експорт товарів і послуг – 3 908 266,6 млн грн, імпорт товарів і послуг 4 778 308,8 млн грн (табл. 4).

Таблиця 4

Вихідні дані

Період	ВВП, млн грн	Індекс споживчих цін	Експорт, млн грн	Імпорт, млн грн
1	2	3	4	5
1	1 937,3	102,6	2 339 402,7	2 712 852,43
2	1 820,2	101,2	2 518 534,3	3 171 353,67
3	2 054,4	101,3	3 129 139,2	3 872 083,7
4	2 029,8	100,4	2 953 856,7	3 283 634,6
5	2 108	100,5	3 104 624,5	3 632 466
6	2 221,8	100,3	3 317 653,5	3 610 201,2
7	2 433,1	100,7	3 344 490,8	3 686 831,1
8	2 030	100,2	3 511 110,9	3 839 422,4
9	2 836,1	100,1	3 676 317,9	4 147 061,3
10	2 567,6	100,3	3 437 449,5	4 021 637,6
11	2 467,7	100,6	3 344 121,8	3 922 054
12	2 358	100,8	3 691 002,6	5 134 893,1

Закінчення табл. 4

1	2	3	4	5
13	2 249,9	101,7	3 208 484,9	3 700 647,9
14	2 049,5	101,7	3 409 760,2	4 297 569,8
15	2 487,4	100,8	4 108 205,4	4 953 434,5
16	2 488,3	100,6	4 067 299,9	4 820 236,3
17	2 576	100,6	4 083 445,1	4 852 211,6
18	2 692,1	101	4 235 294,1	4 682 039,7
19	2 768,2	100,9	4 258 746,5	5 315 298,1
20	2 978,5	100,1	4 167 498,9	4 872 915,4
21	3 168,2	100,8	4 114 710,7	4 851 865,6
22	3 230,8	101,6	4 345 291,8	5 872 680,3
23	3 447,3	101,2	4 450 168,3	5 822 204
24	3 027,9	101,1	4 799 157,8	6 628 819,8
25	2 963,7	102,3	3 663 214,9	4 627 526,5
26	2 854	101,2	4 682 418,3	6 465 057,5
27	3 087,4	101,2	5 444 491,8	7 712 994,2
28	3 298,8	101,4	5 571 314,2	7 936 247,4
29	3 397,5	101,4	6 284 581,1	7 710 564
30	3 455	101	6 896 161,2	7 934 961,4
31	3 679,8	100,5	7 616 856,6	8 822 925,9
32	3 866,6	100,4	6 718 135,9	8 155 969,3
33	3 997,5	100,8	6 685 131,4	8 479 144,1
34	3 858,1	100,9	5 861 332,6	7 647 194,6
35	3 649,8	100,8	3 622 525,2	5 264 462,7

Розв’язання

Оскільки модель є адекватною, а її параметри значимі (рис. 22), 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. 22).

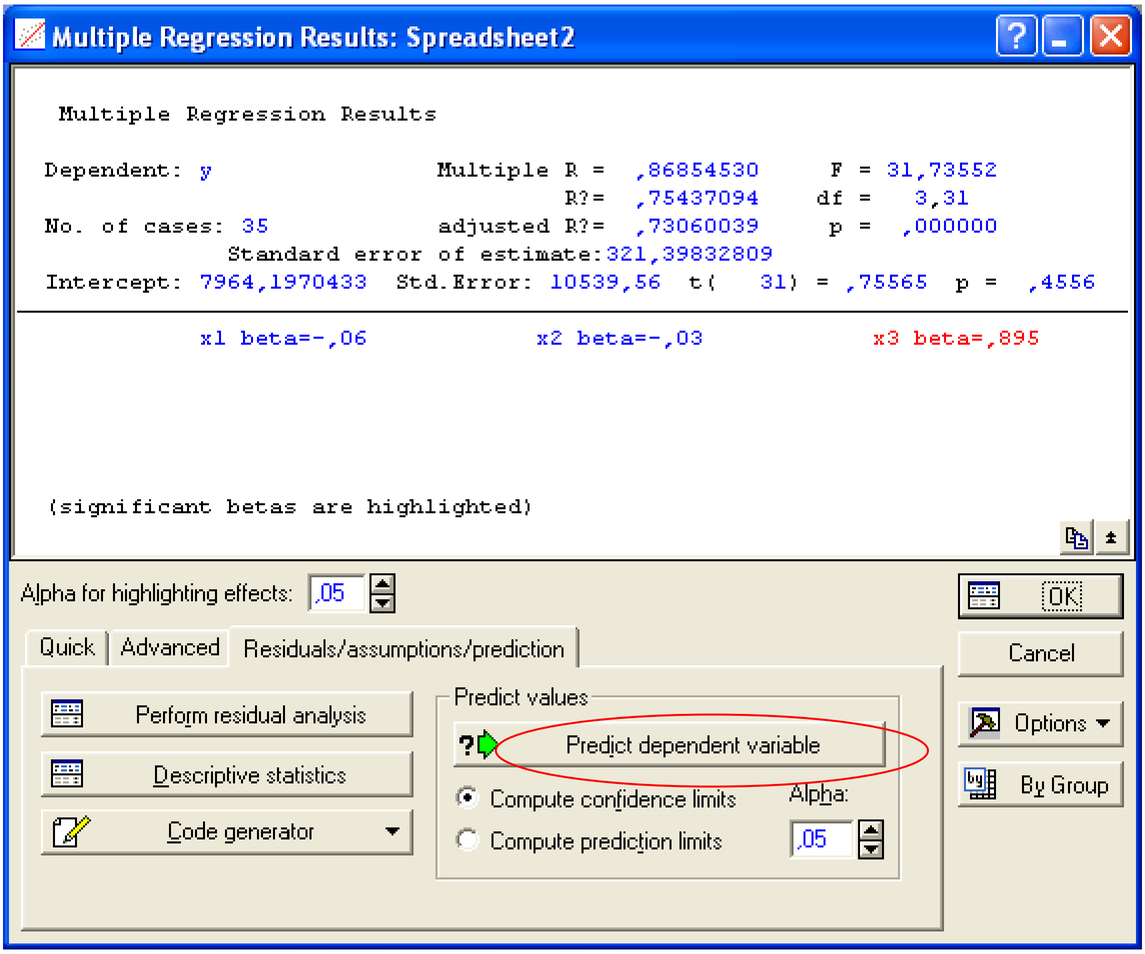


Рис. 22. **Опція Predict dependent variable**

Ініціювавши відповідну опцію, необхідно вказати значення факторних ознак (рис. 23).

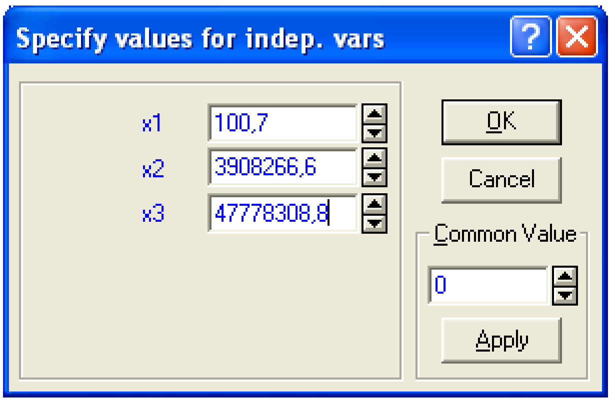


Рис. 23. **Прогнозне значення факторних ознак**

Результати прогнозування подані у вигляді таблиці, в якій додатково представлено параметри моделі та значення інтервалу прогнозу (рис. 24).

Variable	Predicting Values for (Spreadsheet) variable: y		
	B-Weight	Value	B-Weight * Value
x1	-67,2926	101	-6776,36
x2	-0,0000	3908267	-54,75
x3	0,0003	47778309	15180,69
Intercept			7964,20
Predicted			16313,77
-95,0%CL			4691,18
+95,0%CL			27936,36

Рис. 24. **Прогноз ВВП**

Прогнозне значення ВВП (Predicted) = 16 313,77 млрд грн; довірчий інтервал прогнозних значень: 4 691,18 < y < 27 936,36.

Варіативне завдання 2. Побудувати прогноз обсягу реалізації промислової продукції на наступний квартал з урахуванням фаторів, що на нього впливають.

Варіативне завдання 3. Перевірити модель на мультиколінеарність й усунути її в разі потреби (рис. 25).

	A	B	C	D	E	F
1–3		Безработные (МОТ), тыс. чел.	Потребность в рабочей силе, тыс. чел.	Средний размер пособия по безработице, грн	Средняя номинальная зарплата плата, грн	Коэффициент оборота рабочей силы по увольнению
4	2000	2 630,00	68,2	59,39	230	25
5	2001	2 440,30	96,9	85,23	311	26,6
6	2002	2 128,60	123,9	105,98	376	27,7
7	2003	1 994,00	138,8	118,32	462	29,5
8	2004	1 888,20	166,5	146,37	590	28,8
9	2005	1 595,20	186,6	192,89	806	29,2
10	2006	1 513,70	170,5	251,48	1 041	29,9
11	2007	1 416,70	169,7	339,27	1 351	30,7
12	2008	1 424,00	91,1	571,07	1 806	32,8
13	2009	1 956,60	65,8	655,56	1 906	28,7
14	2010	1 784,20	63,9	780,05	2 239	28,1
15	2011	1 731,70	59,3	878,52	2 633	30,9
16	2012	1656,6	48,6	1027,54	3 026	30,3
17	*Ср знач*	*1 858,45*	*111,5230769*	*400,8976923*	*1290,538462*	*29,09230769*
18	*Ср.кв. откл*	*373,0591075*	*49,97666378*	*338,5812294*	*946,7775711*	*2,000192298*

Рис. 25. **Вихідні дані**

Розв'язання

Використовуємо алгоритм Ферра – Глобера. Нормалізуємо дані (рис. 26).

21		x1	x2	x3	x4	y
22	2000	-0,8669	-1,0086	-1,1202	-2,0460	2,0682
23	2001	-0,2926	-0,9323	-1,0346	-1,2460	1,5597
24	2002	0,2477	-0,8710	-0,9659	-0,6961	0,7242
25	2003	0,5458	-0,8346	-0,8751	0,2038	0,3634
26	2004	1,1001	-0,7517	-0,7399	-0,1461	0,0798
27	2005	1,5022	-0,6144	-0,5118	0,0538	-0,7056
28	2006	1,1801	-0,4413	-0,2636	0,4038	-0,9241
29	2007	1,1641	-0,1820	0,0639	0,8038	-1,1841
30	2008	-0,4087	0,5026	0,5444	1,8537	-1,1646
31	2009	-0,9149	0,7521	0,6501	-0,1961	0,2631
32	2010	-0,9529	1,1198	1,0018	-0,4961	-0,1990
33	2011	-1,0449	1,4107	1,4179	0,9038	-0,3397
34	2012	-1,2590	1,8508	1,8330	0,6038	-0,5411

Рис. 26. **Нормалізована матриця**

Розрахуємо матрицю парних кореляцій (рис. 27).

	X1	X2	X3	X4	X5
X1	1	-0,647626065	-0,568658257	0,133284654	-0,320976241
X2	-0,647626065	1	0,993219602	0,502900227	-0,464020724
X3	-0,568658257	0,993219602	1	0,572780717	-0,551135357
X4	0,133284654	0,502900227	0,572780717	1	-0,893725222
X5	-0,320976241	-0,464020724	-0,551135357	-0,893725222	1

Рис. 27. **Матриця парних кореляцій**

Розрахуємо визначник матриці парних коефіцієнтів кореляції (рис. 28).

det|r|	0,000030368524

Рис. 28. **Визначник**

Досліджуємо модель на загальну мультиколінеарність за допомогою критерію χ2 (рис. 29).

χ^2	-34,5379

Рис. 29. **Розрахункове значення**

Табличне значення: χ2 (а = 0,05; к = 3) = 7,8.

У моделі відсутня загальна мультиколінеарність.

Розрахуємо коефіцієнт Фішера, для цього порахуємо зворотну матрицю С (рис. 30).

	6,228758527	33,42647469	-29,10117297	-0,971788934
c=r^(-1)	33,42647469	321,5781445	-305,4021781	8,751520371
	-29,10117297	-305,4021781	294,0661192	-10,969838
	-0,971788934	8,751520371	-10,969838	3,011694639

Рис. 30. **Матриця зворотна С**

Розрахункові значення критерію Фішера (рис. 31).

F1	15,68627558
F2	961,7344336
F3	879,1983577
F4	3,62105035

Рис. 31. **Критерій Фішера**

Порівнюємо отримане значення з табличним для α = 0,05, k1 = 9, k2 = 3, критерій склав F = 19,4.

Розрахуємо попарну мультиколінеарність за допомогою критерію Стьюдента. Для цього визначимо приватні коефіцієнти кореляції і розрахуємо їх значимість за критерієм Стьюдента (рис. 32).

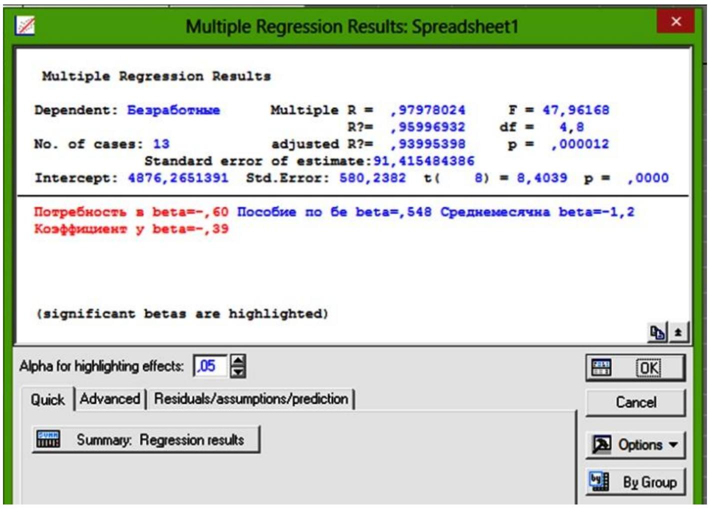
r12	-0,746872668	-2,240618
r13	0,679966085	2,039898
r14	0,224370489	0,673111
r23	0,993130621	2,979392
r24	-0,281212601	-0,843638
r34	0,368614361	1,105843

Рис. 32. **Частинні коефіцієнти кореляції та їх значимість**

Табличне значення t-критерію складає 2,179. Таким чином, можна зробити висновок про наявність мультиколінеарності між x2 і x3.

Для усунення мультиколінеарності використовуємо метод покрокового виключення змінних.

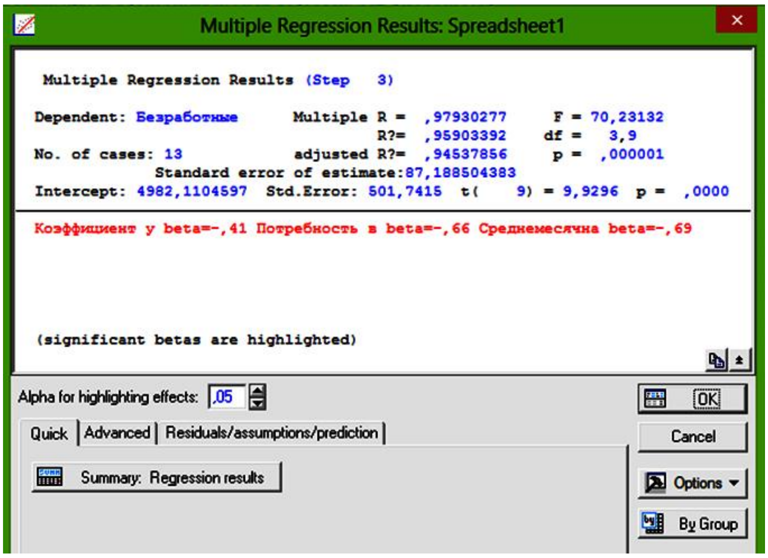
Побудуємо модель до усунення мультиколінеарності (рис. 33).



N=13	Regression Summary for Dependent Variable: Безработные (Spreadsheet1) R= ,97978024 R?= ,95996932 Adjusted R?= ,93995398 F(4,8)=47,962 p<,00001 Std.Error of estimate: 91,415 Beta	Std.Err. of Beta	B	Std.Err. of B	t(8)	p-level
Intercept			4876,265	580,2382	8,40390	0,000031
Потребность в РС	-0,60266	0,176544	-4,499	1,3178	-3,41368	0,009173
Пособие по безработице	0,54846	1,268513	0,604	1,3977	0,43236	0,676897
Среднемесячная зп	-1,21249	1,213037	-0,478	0,4780	-0,99955	0,346799
Коэффициент увольняемости	-0,39473	0,122760	-73,621	22,8962	-3,21544	0,012323

Рис. 33. **Результати побудови регресії**

Використовуємо метод покрокового виключення (рис. 34).



N=13	Regression Summary for Dependent Variable: Безработные (Spreadsheet1) R= ,97930277 R?= ,95903392 Adjusted R?= ,94537856 F(3,9)=70,231 p<,00000 Std.Error of estimate: 87,189 Beta	Std.Err. of Beta	B	Std.Err. of B	t(9)	p-level
Intercept			4982,110	501,7415	9,92964	0,000004
Коэффициент увольняемости	-0,409653	0,112359	-76,405	20,9562	-3,64594	0,005351
Потребность в РС	-0,659672	0,111967	-4,924	0,8358	-5,89164	0,000231
Среднемесячная зп	-0,691622	0,135376	-0,273	0,0533	-5,10891	0,000637

Рис. 34. **Результати побудови моделі**

Використовуємо метод покрокового включення (рис. 35).

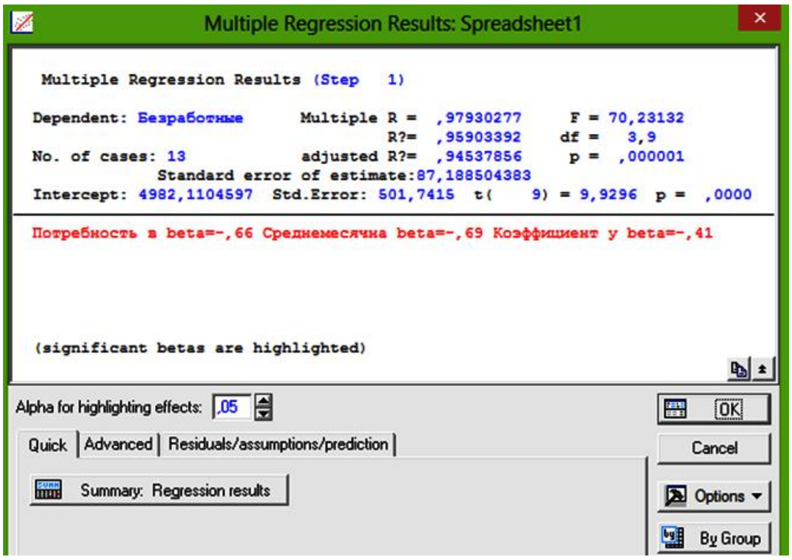


Рис. 35. **Результати регресії**

У результаті обох методів було виключено x2, що внаслідок призвело до поліпшення якості моделі. Таку модель можна використовувати для прогнозування.

Спрогнозуємо величину безробіття (рис. 36, 37).

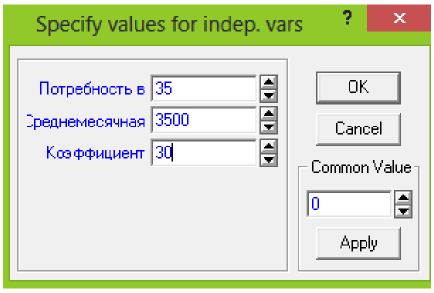


Рис. 36. **Прогнозні значення**

Variable	Predicting Values for (Spreadsheet1) variable: Безработные B-Weight	Value	B-Weight * Value
Потребность в РС	-4,9242	35,000	-172,35
Среднемесячная зп	-0,2725	3500,000	-953,82
Коэффициент увольняемости	-76,4051	30,000	-2292,15
Intercept			4982,11
Predicted			1563,79
-95,0%CL			1403,07
+95,0%CL			1724,50

Рис. 37. **Отримані прогнозні значення**

За умов, зазначених на рис. 12, безробіття в 2013 році складає 1 563,79 тис. осіб.

Питання для самоконтролю

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

Тема 6. Регресія на змішаних множинах чинників

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

Варіативні завдання для самостійної роботи

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

$$D = 1 \text{ для сільських сімей,}$$
$$\mathrm{D} = 0 \text{ для міських сімей.}$$

Розв'язання

Тоді модель має наступний вигляд:

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

Її оцінка за вибіркою розміру n = 40:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X + \delta D + \gamma DX + e,$$

$$\hat{Y} = 3240 + 0{,}61X - 1040D - 0{,}07DX.$$

$$(983)\ (0{,}24)\ \ (330)\ \ \ (0{,}02)$$

Коефіцієнти при D та DX значимі, тобто відмінність залежно від споживання зарплати для міських і сільських сімей значуща.

Перепишемо модель наступним чином:

$$\hat{Y} = (3240 - 1040D) + (0{,}61 - 0{,}07D)X \ .$$

Рівняння для міських сімей при D = 0 має наступний вигляд:

$$\hat{Y} = 3240 + 0{,}61X \ .$$

Та для сільських при D = 1:

$$\hat{Y} = (3240 - 1040) + (0{,}61 - 0{,}07)X = 2200 + 0{,}54X .$$

Висновок. Таким чином, сільські сім’ї щомісяця споживають в середньому на 1 040 грн менше, ніж міські з таким же доходом. З кожної додаткової гривні доходу на споживання у сільських сімей відраховується в середньому на 7 копійок менше, ніж у міських.

Варіативне 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?

Варіативне завдання 3. Проаналізуйте наявність структурних змін у динаміці імпорту України у зв’язку з економічною кризою 2008 р.

Питання 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 із взаємодією та без взаємодії?

6. У чому сутність фіктивних змінних?
7. Які умови переведення якісних змінних у кількісні?
8. У чому полягає специфікація моделі з фіктивною змінною нахилу та зсуву?
9. Перерахуйте види якісних шкал.
10. Чи може фіктивна змінна бути незалежною змінною?

Тема 7. Моделювання взаємозв'язку в комбінаційних групуваннях і модель стандартизованих групувань

Питання для самоконтролю

1. Коли використовується групування даних?
2. Які існують види дисперсійного аналізу?
3. Що таке стандартизація групування?
4. Коли виникають стандартизовані ефекти?
5. Які оцінки існують для визначення величини стандартизованих ефектів?
6. Які існують види групування даних?
7. Які методи дисперсійного аналізу використовуються для різних видів групувань?
8. Наведіть макет таблиці комбінаційного групування.
9. Які існують вимоги для використання методу групування?
10. Перерахуйте завдання, які вирішуються за допомогою групування.

Тема 8. Багатофакторні індексні моделі

Питання для самоконтролю

1. Дайте визначення поняття статистичних індексів.
2. Які існують функції індексів?
3. Розкрийте суть індивідуальних та загальних індексів.
4. У чому полягає оцінка структурних зрушень?
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?

Змістовий модуль 3.
Моделювання часових процесів

Тема 9. Моделювання і прогнозування тенденцій розвитку

Задача: побудова нелінійної трендової моделі в Statistica 8. Усунення автокореляції залишків моделі.

Варіативні завдання для самостійної роботи

Варіативне завдання 1. Відома динаміка обсягу торгів та обсягу експорту, млрд грн (табл. 4). Необхідно побудувати трендову модель поліному третього ступеня.

Розв’язання

1. У вікні модуля нелінійних моделей необхідно навести загальний вид поліному третього ступеня (рис. 38).

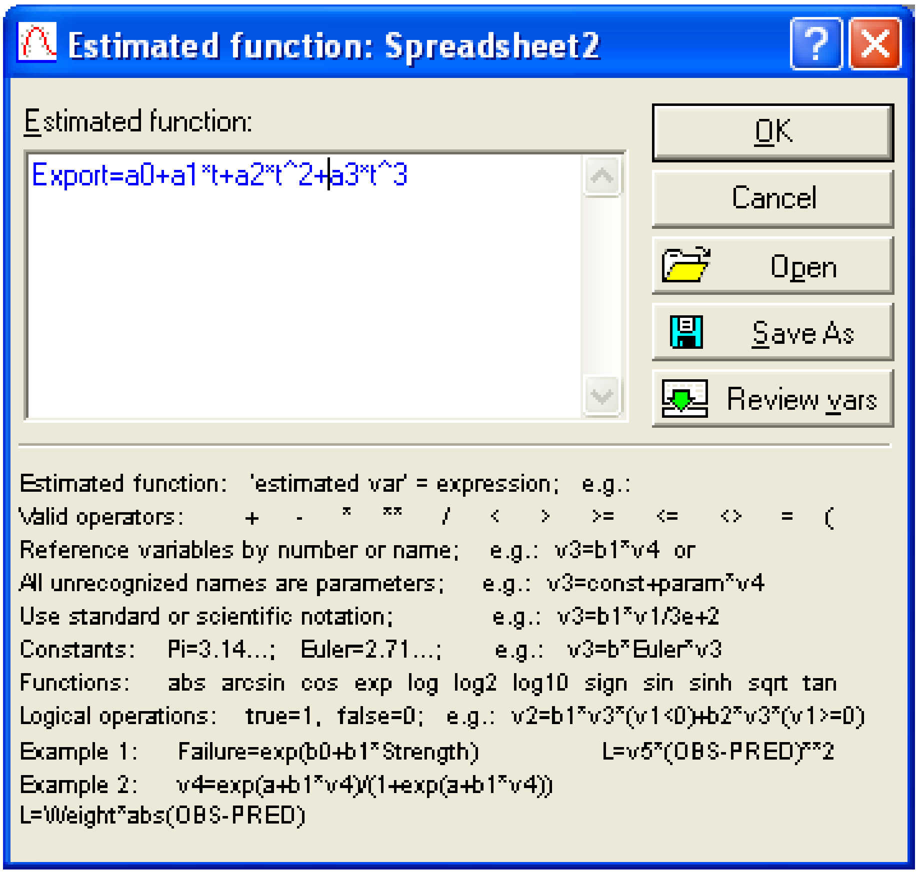


Рис. 38. **Представлення загального виду поліному третього ступеня**

2. Розрахунок параметрів моделі (рис. 39).

	Model is: Export=a0+a1*t+a2*t^2+a3*t^3 (Spreadsheet2) Dep. Var. : Export Level of confidence: 95.0% (alpha=0.050)					
	Estimate	Standard error	t-value df = 31	p-level	Lo. Conf Limit	U
a0	2944543	563347,8	5,226865	0,000011	1795587	
a1	-33903	133618,7	-0,253731	0,013790	-306420	
a2	8122	8560,0	0,948776	0,035007	-9337	
a3	-131	156,4	-0,839599	0,040756	-450	

Рис. 39. **Параметри нелінійної регресійної моделі**

3. Оцінка якості нелінійної моделі (рис. 40).

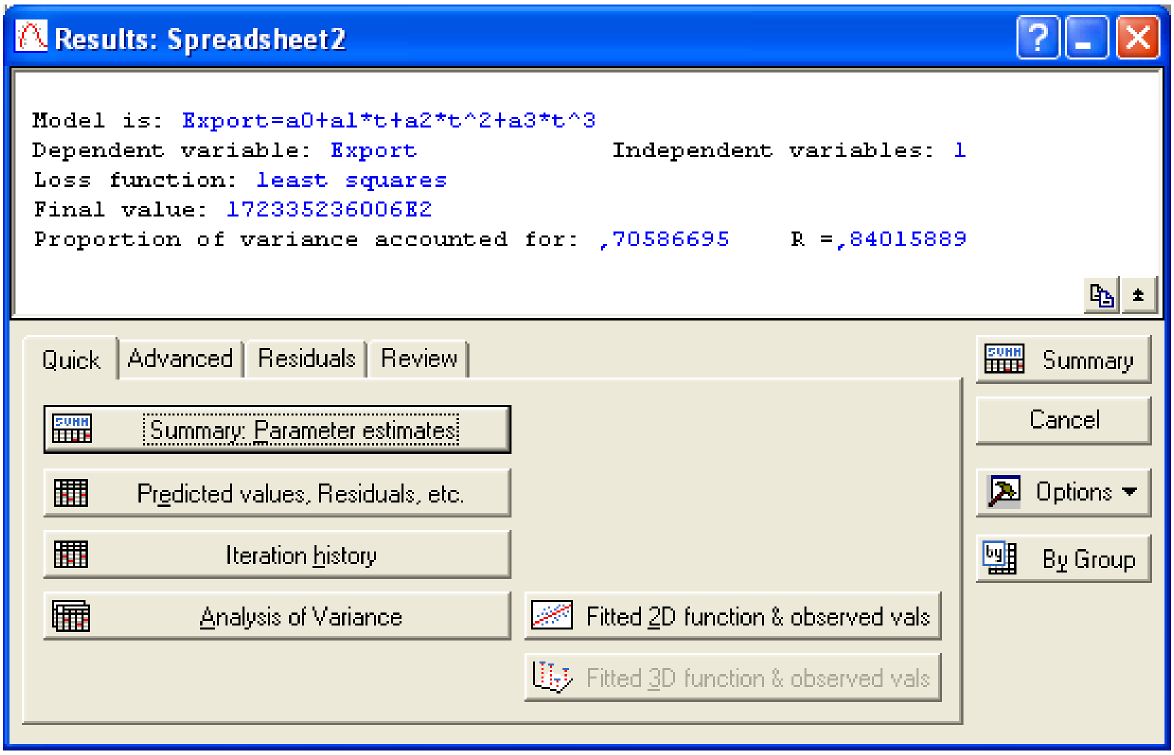


Рис. 40. **Результати оцінки якості нелінійної регресійної моделі**

Як видно з рис. 39, 40, побудована модель є якісною, параметри значимі, проте доцільно провести дослідження інших компонент ряду для покращення якості прогнозної моделі.

Варіативне завдання 2. Відома динаміка обсягу торгів та обсягу імпорту, млрд грн (табл. 4). Необхідно побудувати трендову модель поліному третього ступеня.

Варіативне завдання 3. Необхідно знайти динамічний ряд довжиною не менше 10 років, що оцінює розвиток обраного регіону України. Провести візуальний аналіз ряду, обрати вид трендової моделі та побудувати її.

Варіативне завдання 4. Відповідно до даних, наведених в табл. 4, побудувати регресійну модель методом Ейткена та перевірити наявність мультиколінеарності в ній.

Розв’язання

1. Транспонування вихідної матриці факторних ознак (рис. 41).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
31		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
32		0,09	0,12	0,21	0,84	11,33	8,1	0,78	0,3	1,03	0,98	0,17	0,25	0,09	0,12	0,21	0,84	0,57	3,75	0,02	0,09	0,54	0,339	0,005	0,314	0,617
33	X^T=	0,36	0,74	0,64	0,91	1,33	0,35	0,56	0,08	0,48	0,26	0,36	0,08	0,36	0,74	0,64	0,91	0,44	0,08	0,1	0,02	0,2	0,187	0,154	0,187	0,249
34		0,2	0,53	0,51	0,85	4,05	0,96	1,57	0,88	0,8	0,51	0,8	0,75	0,2	0,56	0,57	0,85	0,86	0,14	0,22	0,09	0,175	0,201	0,289	0,352	0,979

Рис. 41. **Значення матриці X^T**

2. Розрахунок матриці Ω^{-1} з урахуванням циклічного коефіцієнта кореляції (рис. 42).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
5		1,0417	-0,2083	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6		-0,2083	1,0833	-0,2083	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7		0	-0,2083	1,0833	-0,2083	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8		0	0	-0,2083	1,0833	-0,2083	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9		0	0	0	-0,2083	1,08333	-0,2083	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10		0	0	0	0	-0,2083	1,0833	-0,2083	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11		0	0	0	0	0	-0,2083	1,0833	-0,2083	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12		0	0	0	0	0	0	-0,2083	1,0833	-0,2083	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13		0	0	0	0	0	0	0	-0,2083	1,0833	-0,2083	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14		0	0	0	0	0	0	0	0	-0,2083	1,0833	-0,2083	0	0	0	0	0	0	0	0
15		0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,2083	1,0833	-0,2083	0	0	0	0	0	0	0
16		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,2083	1,0833	-0,2083	0	0	0	0	0	0
17		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,2083	1,0833	-0,2083	0	0	0	0	0
18	Ω^{-1}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,2083	1,0833	-0,2083	0	0	0	0
19		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,2083	1,0833	-0,2083	0	0	0
20		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,2083	1,0833	-0,2083	0	0
21		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,2083	1,0833	-0,2083	0
22		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,2083	1,0833	-0,2083
23		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,2083	1,0833
24		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,2083
25		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Рис. 42. **Результат розрахунку матриці Ω^{-1}**

3. За формулою параметрів моделі

$$\mathrm{a} = (\mathrm{X}^{\mathrm{T}} \cdot \Omega^{-1} \cdot X)^{-1} X^{T} \cdot \Omega^{-1} \cdot Y,$$

були проведені наступні розрахунки (рис. 43).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	
35																				
36																				
37		0,8333	0,6667	0,6667	0,6667	0,66667	0,6667	0,6667	0,6667	0,6667	0,6667	0,6667	0,6667	0,6667	0,6667	0,6667	0,6667	0,6667	0,6667	0
38		0,0688	0,0675	0,0275	-1,4942	10,4117	6,2521	-0,905	-0,0521	0,8492	0,8117	-0,0721	0,2167	0,0204	0,0675	0,0275	0,7475	-0,3388	3,9396	-0
39	$X^T\ \Omega^{-1}$=	0,2208	0,5933	0,3496	0,5754	1,17833	-0,0146	0,5171	-0,13	0,4492	0,1067	0,3192	-0,0633	0,2192	0,5933	0,3496	0,7608	0,2704	-0,0258	0
40		0,0979	0,4263	0,265	-0,0292	4,01042	-0,1308	1,3175	0,4596	0,5771	0,2192	0,6042	0,6042	-0,0563	0,4463	0,3238	0,6229	0,7254	-0,0733	0
41																				

	A	B	C	D	E
42					
43		17	21,255	7,0462	12,127
44		21,255	184,34	16,02	48,214
45	$X^T\ \Omega^{-1}X$=	7,0462	16,02	5,1688	8,9094
46		12,127	48,214	8,9094	23,137
47					
48					
49					
50		0,1353	0,0009	-0,1837	-0,0021
51	$(X^T\ \Omega^{-1}X)^{-1}$=	0,0009	0,0125	0,017	-0,0331
52		-0,1837	0,017	0,8514	-0,2671
53		-0,0021	-0,0331	-0,2671	0,2161
54					
55		9,1113		-0,2578	
56	$X^T\ \Omega^{-1}У$=	38,748	a	0,0422	
57		8,1051		1,1369	
58		17,786		0,378	

Рис. 43. **Розрахунок параметрів багатофакторної регресійної моделі методом Ейткіна**

4. Формування загального вигляду багатофакторної регресійної моделі.

Загальний вид моделі:

$$Y = -0,2578 + 0,0422 \cdot X1 + 1,1269 \cdot X2 + 0,378 \cdot X3.$$

5. Перевірка отриманої моделі на наявність автокореляції залишків.

З метою перевірки, усунення автокореляції залишків у моделі доцільно розрахувати коефіцієнт Дарбіна – Уотсона:

$$DW = \frac{\sum_{t=2}^{T}(u_t - u_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^{T} u_t^2} = 1,72.$$

Критичні значення критерію дорівнюють dl = 1,12 du = 1,65. Тобто du < d <2, це свідчить про відсутність автокореляції моделі.

Таким чином, модель побудована з використанням методу Ейткіна і не має автокореляції в залишках.

Варіативне завдання 5. Підготувати інформаційний простір та побудувати регресійну модель впливу соціально-економічних факторів на обсяг інвестицій у країні методом Ейткіна та перевірити наявність мультиколінеарності в ній.

Питання для самоконтролю

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

Тема 10. Моделювання повних циклів і процесів оновлення

Питання для самоконтролю

1. У чому полягає основна ідея ряду Фур'є?
2. Яку сутність розкривають цикли Кузнеця?
3. Як враховуються процеси оновлення в виробничій функції?
4. Сутність спектрального кросс-аналізу.
5. Чим відрізняються цикли Жугляра та цикли Кондратьєва?
6. Які показники виражають силу коливань?
7. Яка основна суть моделі Леонтьєва?
8. Назвіть види економічних циклів.
9. Назвіть основні характеристики гармоніки.
10. Яким чином визначаються значущі гармоніки?

Тема 11. Моделі адаптивного прогнозування та інтегрована модель авторегресії

Задача: проведення вибору параметрів моделей адаптивного прогнозування та інтегрованої моделі авто регресії.

Варіативні завдання для самостійної роботи

Варіативне завдання 1. Необхідно провести підбір оптимальних параметрів для побудови моделі експоненційного згладжування для показника доходів населення (табл. 5).

Таблиця 5

Період	Доходи населення, млн грн	Період	Доходи населення, млн грн
1	381 400	14	882 500
2	405 200	15	892 100
3	427 100	16	894 200
4	448 800	17	897 700
5	472 100	18	911 300
6	498 600	19	943 800
7	530 100	20	1 004 000
8	568 300	21	1 101 000
9	615 000	22	1 102 896
10	677 900	23	1 106 812
11	745 900	24	1 103 656
12	808 800	25	1 112 056
13	856 600		

Розв’язання

1. Отримаємо результат та оцінки якості прогнозу за моделлю, що побудовано в режимі автоматичного підбору параметрів моделі (рис. 44).

2. Проведемо оцінку якості прогнозної моделі з різними значеннями параметрів моделі.

Summary of error	Exp. smoothing: Additive season (4) Lin.trend,add.season; Alpha= 1,00 D Y Error
Mean error	-1514
Mean absolute error	14501
Sums of squares	1164924556
Mean square	46596982
Mean percentage error	-0
Mean abs. perc. error	2

α=1; λ =1; ∆=1

Summary of error	Exp. smoothing: Additive season (4) Lin.trend,add.season; Alpha= 0,00 D Y Error
Mean error	-18807,63
Mean absolute error	38383,75
Sums of squares	50160774807,7
Mean square	2006430992,3
Mean percentage error	-3,02
Mean abs. perc. error	5,29

α=0; λ =0; ∆=0

Рис. 44. **Підбір оптимальних параметрів моделі**

Summary of error	Exp. smoothing: Additive season (4) Lin.trend,add.season; Alpha= 1,00 D Y Error
Mean error	-4103,3
Mean absolute error	19148,4
Sums of squares	15259206417,8
Mean square	610368256,7
Mean percentage error	-0,54
Mean abs. perc. error	2,34

α=1; λ=0; ∆=1

Summary of error	Exp. smoothing: Additive season (4) Lin.trend,add.season; Alpha= 1,00 D Y Error
Mean error	-1514,0666
Mean absolute error	14501,409
Sums of squares	1164924556
Mean square	46596982
Mean percentage error	-0,11266162
Mean abs. perc. error	1,8294095

α=1; λ=1; ∆=0

Summary of error	Exp. smoothing: Additive season (4) Lin.trend,add.season; Alpha= 0,00 D Y Error
Mean error	-7813,35
Mean absolute error	52043,43
Sums of squares	9841381538
Mean square	393655261
Mean percentage error	-1,4291480
Mean abs. perc. error	6,5558615

α=0; λ=1; ∆=1

Summary of error	Exp. smoothing: Additive season (4) Lin.trend,add.season; Alpha= 1,00 D Y Error
Mean error	-2505,1427
Mean absolute error	19369,328
Sums of squares	1389986087
Mean square	55599443
Mean percentage error	-0,22055599
Mean abs. perc. error	2,3432342

α=1; λ=0,5; ∆=0

Закінчення рис. 44

Виходячи з аналізу розрахунків, наведених на рис. 44, можна зробити висновок, що оптимальними є наступні параметри згладжування **α=1; λ=1; ∆=0.**

Побудуємо прогноз на 43 точки за оптимальною моделлю (рис. 45).

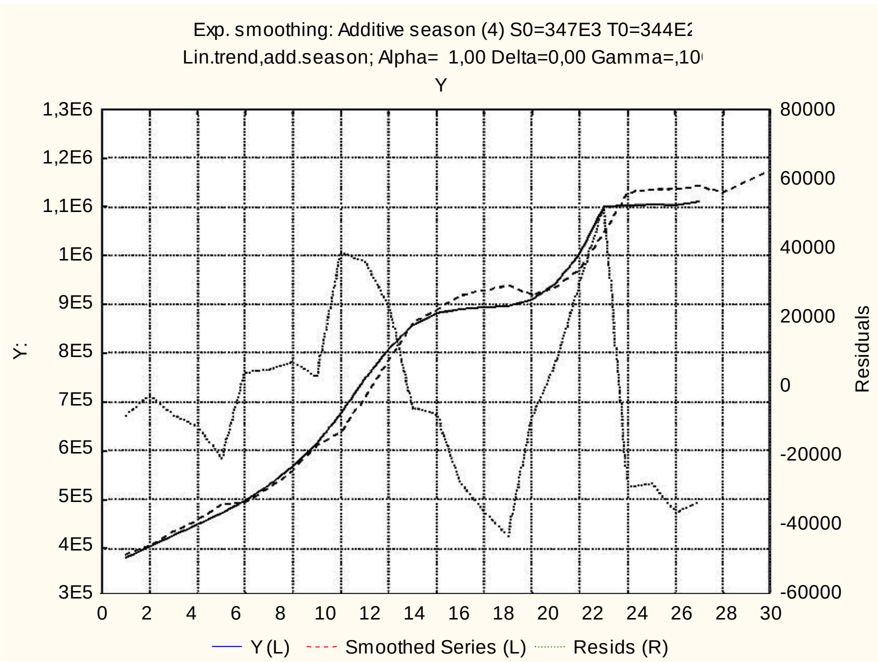


Рис. 45. **Графік прогнозних та теоретичних значень доходів населення**

Перебір параметрів експоненційного згладжування дозволяє побудувати оптимальну прогнозну модель.

Варіативне завдання 2. Необхідно провести підбір оптимальних параметрів для побудови моделі експоненційного згладжування для показника роздрібного товарообігу підприємств (табл. 6).

Таблиця 6

Період	Роздрібний товарооборот підприємств (у фактичних цінах), млрд грн	Період	Роздрібний товарооборот підприємств (у фактичних цінах), млрд грн
1	94,3	14	249,173
2	102,303	15	244,915
3	110,873	16	237,675
4	120,082	17	231
5	130	18	228,437
6	140,699	19	233,535
7	152,252	20	249,84
8	164,728	21	280,9
9	178,2	22	282,5
10	197,759	23	284,6
11	218,154	24	288
12	235,747	25	290
13	246,9		

Варіативне завдання 3. Необхідно провести підбір оптимальних параметрів для побудови моделі експоненційного згладжування для показника кількості зареєстрованих безробітних (табл. 7).

Таблиця 7

Період	Кількість зареєстрованих безробітних (на кінець року), тис.	Період	Кількість зареєстрованих безробітних (на кінець року), тис.
1	2	3	4
1	881,5	14	812
2	860	15	782

Закінчення табл. 7

1	2	3	4
3	794	16	656
4	783	17	531,6
5	759,5	18	536
6	748	19	540
7	722	20	541
8	678	21	544,9
9	642,3	22	543,7
10	732	23	541,2
11	796	24	540
12	825	25	538
13	844,9		

Питання для самоконтролю

1. У чому полягає сутність методів згладжування?
2. Що таке ітераційні методи згладжування?
3. Різниця між експоненційним та простим згладжуванням.
4. Можливості використання методів Брауна, Холта, Вінтерса.
5. Для чого використовується модель авторегресії?
6. Що таке тест Гренджера?
7. Яка існує класифікація векторних авторегресійних моделей?
8. Які існують способи поєднання складових часового ряду в модель?
9. Для чого використовується імпульсний аналіз?
10. Чим відрізняються ARMA та ARIMA моделі?

Змістовий модуль 4.
Моделювання і прогнозування багатомірних процесів

Тема 12. Модель об’єкто-періодів

Задача: перевірка якості моделі панельних даних.

Варіативні завдання для самостійної роботи

Варіативне завдання 1. Є дані про ВРП, капітальні інвестиції в основний капітал і національного доходу на душу населення та рівень зайнятості за регіонами України (рис. 46, 47).

	Наявний доход у розрахунку на одну особу, грн			
	2008	2009	2010	2011
Автономна Республіка Крим	11515,8	12036,3	15480	18231
Вінницька	11676,4	12191,7	16018	19090,8
Волинська	10597,3	10966,8	14311,9	16657,7
Дніпропетровська	15459,9	16386,5	20739,4	24302,4
Донецька	16220,1	17014	21317,3	24890,3
Житомирська	12022,6	12179,8	15775,9	18716,4
Закарпатська	9664,5	9764,5	12699,6	15002,4
Запорізька	15265,2	15652,6	20221,4	23684,9
Івано-Франківська	11262,8	11692,4	15009,4	17732,6
Київська	14292,4	15024,9	19513,9	22520,1
Кіровоградська	11489,3	11727,3	15417,7	18039,2
Луганська	13411	14071,6	17850	20879,9
Львівська	12718,3	13211,3	16513,8	19204,4
Миколаївська	12626,5	13154,2	16993,4	20040,7
Одеська	11754,4	12404,2	16275,2	19135
Полтавська	13922	14742,6	17990,9	20917,4
Рівненська	11124,6	11316,8	14629,8	17326,2
Сумська	13187,2	13426,4	16875,5	19592,9
Тернопільська	10583	10634,2	13824,2	16351,3
Харківська	14065,7	14633,1	18450,5	21787,8
Херсонська	11248,1	11440,3	14881,7	17654,3
Хмельницька	11938,6	12238,2	15781	18738,2
Черкаська	11987,2	12517,5	15769,2	18246,3
Чернівецька	9793,2	10013,3	13503,3	15992,5
Чернігівська	12353,4	13155,5	16625	19465
м.Київ	24960,2	27474,5	37012,7	42576,7
м.Севастополь	12111,6	12566,4	17078,3	19918,6

Рівень безробіття населення (за методологією МОП)				
	2008	2009	2010	2011
Автономна Республіка Крим	4,7	6,8	4,7	6,1
Вінницька	6,4	10,6	6,4	9,7
Волинська	8,3	9,4	8,3	8,3
Дніпропетровська	5,1	7,8	5,1	6,8
Донецька	5,7	9,4	5,7	8,2
Житомирська	8,7	10,7	8,7	10
Закарпатська	6,4	9,9	6,4	9,6
Запорізька	6	8,1	6	7,2
Івано-Франківська	7,9	9	7,9	8,7
Київська	5,8	8,1	5,8	6,7
Кіровоградська	8	9,9	8	8,6
Луганська	6,6	7,7	6,6	6,6
Львівська	7,6	8,5	7,6	7,7
Миколаївська	8,3	9,3	8,3	8,1
Одеська	4,5	6,8	4,5	6
Полтавська	6,5	10,2	6,5	9,2
Рівненська	8,8	12,7	8,8	10,4
Сумська	7,4	11,1	7,4	9,1
Тернопільська	8,8	11,3	8,8	10,4
Харківська	5,3	7,7	5,3	7
Херсонська	8,3	9,5	8,3	9
Хмельницька	8	9,5	8	8,8
Черкаська	8,2	10,8	8,2	9,2
Чернівецька	8,4	9,4	8,4	8,2
Чернігівська	7,6	11,1	7,6	10,4
м.Київ	3,1	6,5	3,1	5,6
м.Севастополь	3,7	6,7	3,7	6,2

Рис. 46. **Наявний дохід на душу населення та рівень безробіття**

Капитальные инвестиции в основной капитал, тыс. грн на чел				
	2008	2009	2010	2011
Автономная Республика Крым	4,395389	2,815593	3,451894	8,280192
Винницкая	2,85205	1,613061	2,280941	3,418941
Волынская	3,366786	2,329602	1,678175	2,111282
Днепропетровская	5,334022	3,938899	3,756575	5,443546
Донецкая	4,897714	2,896155	2,488236	4,887667
Житомирская	2,804816	1,781705	2,354258	2,963091
Закарпатская	2,657683	1,539024	1,741433	2,351721
Запорожская	4,08248	2,559923	4,061113	3,363206
Ивано-Франковская	4,305688	2,496198	3,088248	2,596812
Киевская	9,76619	5,771916	6,549107	8,981846
Кировоградская	2,949197	2,705497	2,406746	4,466011
Луганская	3,840075	1,885472	2,044582	2,676249
Львовская	4,224417	2,629091	3,164573	4,489382
Николаевская	3,611403	3,372097	3,182232	3,483825
Одесская	5,216052	4,164325	3,351144	3,399246
Полтавская	5,822937	5,108735	4,898574	6,8914
Ровенская	3,188971	2,341701	2,010503	2,385122
Сумская	2,533182	1,854778	1,904876	2,426398
Тернопольская	2,594434	1,308588	1,941463	2,152268
Харьковская	4,237308	2,995641	2,643423	3,874045
Херсонская	3,561225	1,903767	1,543638	2,612636
Хмельницкая	3,603061	2,595051	2,188891	3,018285
Черкасская	3,914955	2,339309	2,168023	2,347538
Черновицкая	4,127613	2,877793	2,00951	2,426061
Черниговская	2,705387	1,423756	1,590761	2,244924
г.Киев	16,9182	10,17101	9,247726	12,28044
г.Севастополь	4,181148	3,909019	4,343668	4,283727

ВРП на душу населения	2008	2009	2010	2011
Автономна Республіка Крим	13898	13933	16507	19467
Вінницька	12061	12145	14332	17768
Волинська	12340	11796	13916	16993
Дніпропетровська	30918	27737	34709	42068
Донецька	26028	23137	28986	36446
Житомирська	11545	11419	14616	17184
Закарпатська	10626	10081	12278	14455
Запорізька	23232	20614	23657	27567
Івано-Франківська	12940	12485	14814	19386
Київська	20593	21769	26140	34420
Кіровоградська	13515	13096	15533	19918
Луганська	18338	16562	19788	25067
Львівська	13902	14093	16353	20490
Миколаївська	16175	17050	20276	23402
Одеська	19638	20341	22544	25748
Полтавська	22476	22337	29652	35246
Рівненська	12217	11699	13785	16735
Сумська	13622	13631	15711	19800
Тернопільська	9688	10240	11713	15055
Харківська	21294	21228	23639	27966
Херсонська	11944	12256	14346	16990
Хмельницька	11932	11780	13602	17260
Черкаська	14581	14393	17325	21082
Чернівецька	9771	9383	10939	13228
Чернігівська	13213	13121	15406	19357
м.Київ	61592	61088	70424	79729
м.Севастополь	16592	16966	20455	24564

Рис. 47 **Капітальні інвестиції на душу населення і ВРП на душу населення**

Необхідно порівняти якість трьох видів моделей панельних даних, побудованих на наведених показниках для регіонів України (рис. 48 – 50).

Розв’язання

Dependent Variable: Y_?
Method: Pooled EGLS (Cross-section weights)
Date: 11/30/13 Time: 13:52
Sample: 2008 2011
Included observations: 4
Cross-sections included: 27
Total pool (balanced) observations: 108
Linear estimation after one-step weighting matrix

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
X1_?	1.170598	0.051621	22.67680	0.0000
X2_?	1783.584	171.8969	10.37589	0.0000
X3_?	-671.1436	78.94818	-8.501065	0.0000
Weighted Statistics				
R-squared	0.868278	Mean dependent var		25626.92
Adjusted R-squared	0.865769	S.D. dependent var		11782.09
S.E. of regression	3391.186	Sum squared resid		1.21E+09
Durbin-Watson stat	1.352337			
Unweighted Statistics				
R-squared	0.889228	Mean dependent var		19980.44
Sum squared resid	1.59E+09	Durbin-Watson stat		0.698375

Рис. 48. **Результати оцінки якості розрахунків найпростішої моделі**

Effects Specification			
Cross-section fixed (dummy variables)			
Weighted Statistics			
R-squared	0.994320	Mean dependent var	30746.79
Adjusted R-squared	0.992208	S.D. dependent var	21009.48
S.E. of regression	1143.599	Sum squared resid	1.02E+08
F-statistic	470.8496	Durbin-Watson stat	1.890561
Prob(F-statistic)	0.000000		
Unweighted Statistics			
R-squared	0.991031	Mean dependent var	19980.44
Sum squared resid	1.29E+08	Durbin-Watson stat	1.651926

Рис. 49. **Результати оцінки якості моделі з фіктивними змінними**

Effects Specification			
		S.D.	Rho
Cross-section random		2077.179	0.7326
Idiosyncratic random		1254.967	0.2674
Weighted Statistics			
R-squared	0.836393	Mean dependent var	5777.906
Adjusted R-squared	0.831674	S.D. dependent var	4645.570
S.E. of regression	1905.965	Sum squared resid	3.78E+08
F-statistic	177.2234	Durbin-Watson stat	0.940768
Prob(F-statistic)	0.000000		
Unweighted Statistics			
R-squared	0.830840	Mean dependent var	19980.44
Sum squared resid	2.43E+09	Durbin-Watson stat	0.146214

Рис. 50. **Результати оцінки якості моделі з випадковим ефектом**

У результаті можна зробити висновок, що найбільш якісна модель з фіксованою змінною.

Варіативне завдання 2. Побудувати модель панельних даних для дослідження впливу інвестицій та індексу цін на ВВП країн світу, порівняти якість побудованих моделей.

Питання для самоконтролю

1. У яких випадках використовується модель панельних даних?
2. Коли доцільно використовувати модель з фіксованим, а коли з випадковим ефектами?
3. До чого приводить ситуація коли кореляція відсутня, а застосовується модель з фіксованими ефектами?
4. До чого зводиться вибір між випадковими і детермінованими ефектами під час статистичного підходу?
5. Які тести використовуються для перевірки якості панельних даних?
6. Яка існує ієрархія моделей панельних даних?
7. Які існують види панельних даних?
8. Для чого використовується тест множників Лагранжа?
9. Які існують критерії перевірки адекватності моделей панельних даних?
10. У якому випадку доцільно використовувати модель Хаусмана – Тейлора?

Тема 13. Моделювання причинних комплексів і рекурентні моделі

Задача: побудова системи рівнянь в пакеті Statistica 8.0.

Варіативні завдання для самостійної роботи

Варіативне завдання 1. Початкові дані подані на рис. 51.

	A	B	C	D	E	F	G
1			ВВП (Y1)	Капитальные инвестиции (Y2)	Уровень безработицы (X1)	Расходы на инновац деятельность (не гос финансирование)(X2)	Экспорт (X3)
2	2007	1	139444	28318,89	8	754,9	14945,81
3		2	166869	39500,48	7,1	713,8	16878,05
4		3	199535	50457,74	6,7	807,4	20705,18
5		4	214883	104401,75	6,9	1057,7	22493,83
6	2008	1	191459	38732,00	7,6	1310,9	21241,36
7		2	236033	53473,40	6,8	1156,2	25916,52175
8		3	276451	63580,00	6,5	1197,6	26245,70722
9		4	244113	116288,70	6,9	1626,9	24049,1421
10	2009	1	189028	30243,20	10,3	951,6	17218,09685
11		2	214103	35718,50	9,9	1085,6	18422,09734
12		3	250306	40316,80	9,4	1032,3	21142,9635
13		4	259908	86599,50	9,6	1354,1	22882,9838
14	2010	1	217286	26063,90	9,8	1310,9	21226,74453
15		2	256754	34491,00	9,2	1156,2	22412,21693
16		3	301251	42739,80	8,7	1197,6	24164,50629
17		4	307278	85765,90	8,8	1626,9	29799,59956
18	2011	1	257682	34497,60	9,5	1326	27275,7256
19		2	311022	45933,70	8,9	1237,4	27987,01568
20		3	369818	62768,70	8,5	1407,4	28432,0816
21		4	363557	116732,30	8,6	1760,8	30780,5832
22	2012	1	293493	48123,00	9,1	1350,1	27345,8938
23		2	349212	64098,30	8,4	1415,5	27951,61369
24		3	387620	65238,50	8	1441	27735,6535
25		4	378564	86267,90	8,1	1642,8	29245,71815
26	2013	1	301598	51943,50	8,6	1532,4	27287,7523
27		2	351896	51386,80	8	15597,7	30364,0477

Рис. 51. **Початкові дані**

Формальний вид моделі:

$$\begin{array}{c} y1 = a0 + a1 \cdot x1 + a2 \cdot x3 + a3 \cdot y2 \\ y2 = a4 + a5 \cdot x2 + a6 \cdot x3 \end{array}.$$

Перевіримо модель на ідентифікованість:

(Nn) + (Mm) ≥ N – 1.

Для 1-го рівняння: $(1 - 1) + (2 - 1) \geq 1 - 1$

$$1 \geq 0$$

Для 2-го рівняння: $(1 - 1) + (2 - 1) \geq 1 - 1$

$$1 \geq 0$$

Визначимо екзогенні змінні (рис. 52).

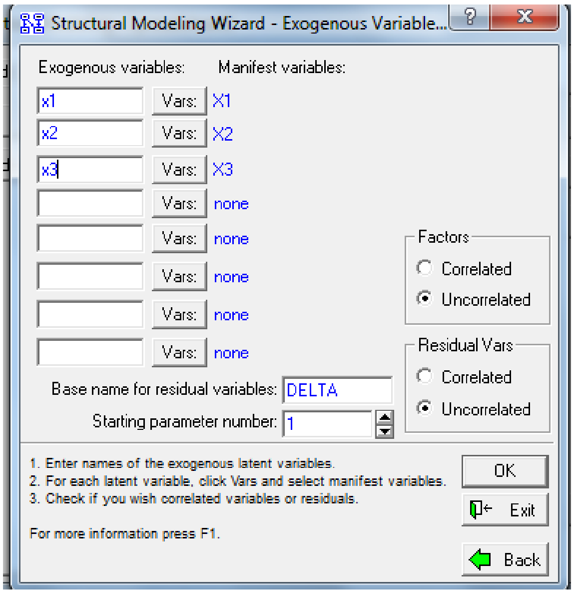


Рис. 52. **Вибір екзогенних змінних**

Визначимо ендогенні змінні (рис. 53).

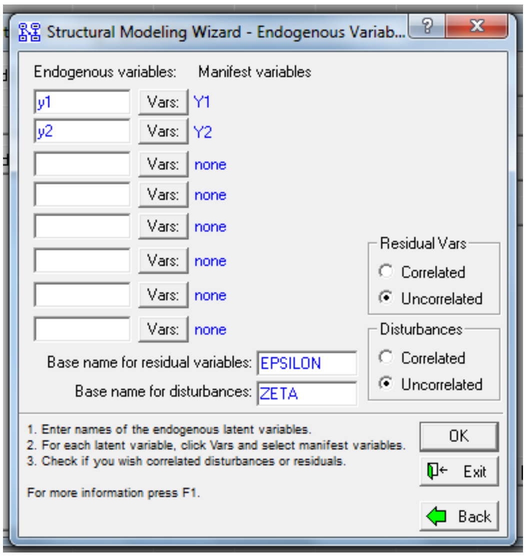


Рис. 53. **Вибір ендогенних змінних**

Встановимо зв'язок між обраними змінними (рис. 54).

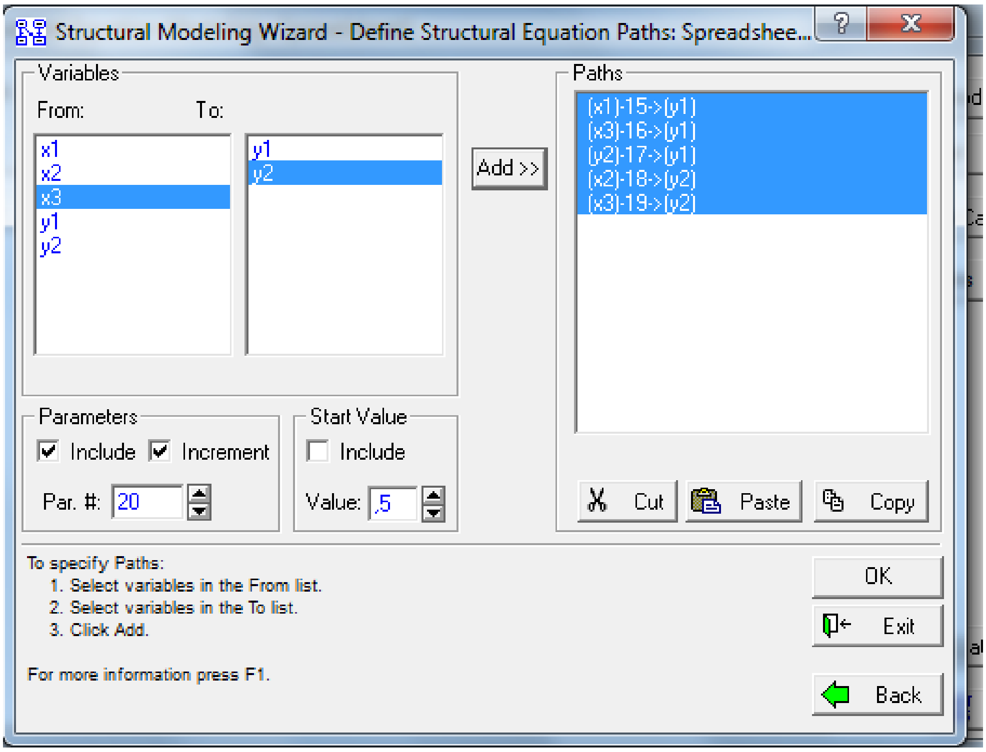


Рис. 54. **Діалогове вікно встановлення зв'язку між змінними**

Потім запускаємо двокроковий МНК (рис. 55).

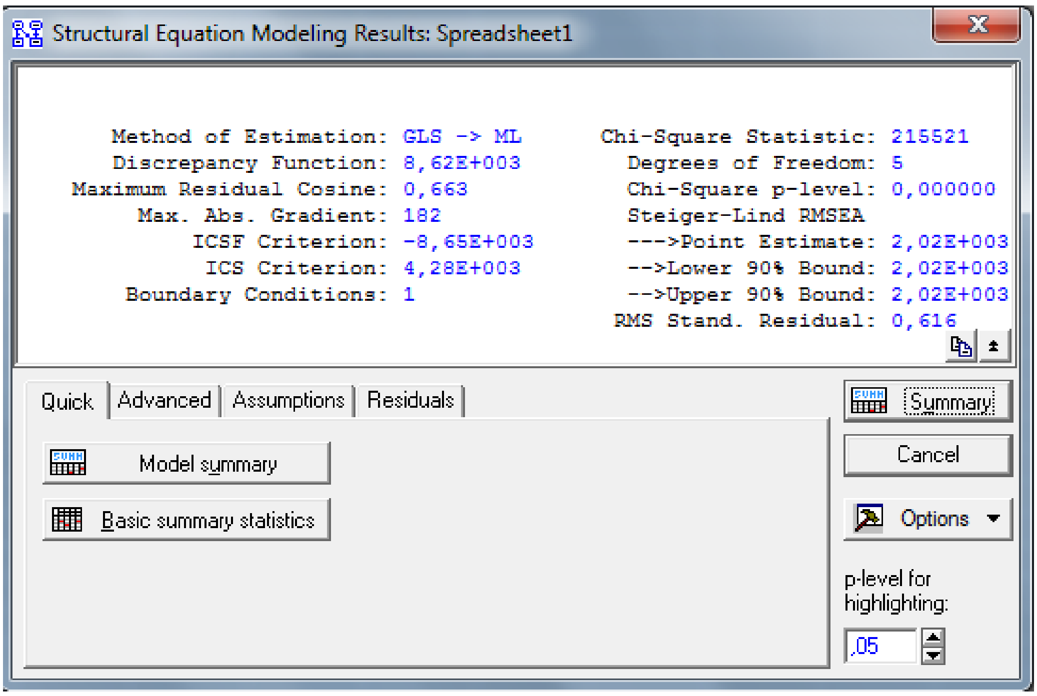


Рис. 55. **Вікно результатів структурного моделювання**

Проведемо оцінку індексів нецентральності (рис. 56).

	Noncentrality Fit Indices (Spreadsheet1)		
	Lower 90% Conf. Bound	Point Estimate	Upper 90% Conf. Bound
Population Noncentrality Parameter	20440717,277	20443691,992	20446667,003
Steiger-Lind RMSEA Index	2021,916	2022,063	2022,210
McDonald Noncentrality Index	0,000	0,000	0,000
Population Gamma Index	0,000	0,000	0,000
Adjusted Population Gamma Index	-2,000	-2,000	-2,000

Рис. 56. **Вікно результатів оцінки індексів нецентральності**

За отриманими даними можна зробити висновок, що якість підгонки даних не висока. Розрахуємо параметри моделі (рис. 57).

	Model Estimates (Spreadsheet1)			
	Parameter Estimate	Standard Error	T Statistic	Prob. Level
(x1)-1->[X1]	0,500	0,000		
(x2)-2->[X2]	-96,063	22,904	-4,194	0,000
(x3)-3->[X3]	3,520	3,006	1,171	0,242
(DELTA1)-->[X1]				
(DELTA2)-->[X2]				
(DELTA3)-->[X3]				
(DELTA1)-4-(DELTA1)	0,500	0,212	2,357	0,018
(DELTA2)-5-(DELTA2)	6329,845	0,000		
(DELTA3)-6-(DELTA3)	62,607	0,000		
(y1)-->[Y1]				
(y2)-->[Y2]				
(EPSILON1)-->[Y1]				
(EPSILON2)-->[Y2]				
(EPSILON1)-7-(EPSILON1)	0,500	0,000		
(EPSILON2)-8-(EPSILON2)	161539,031	45850,907	3,523	0,000
(ZETA1)-->(y1)				
(ZETA2)-->(y2)				
(ZETA1)-9-(ZETA1)	1171440,249	74817477,547	0,016	0,988
(ZETA2)-10-(ZETA2)	1491,666	3503,645	0,426	0,670
(x1)-15->(y1)	11,241	2166,430	0,005	0,996
(x3)-16->(y1)	-807,330	3423,204	-0,236	0,814
(y2)-17->(y1)	147,578	0,000		
(x2)-18->(y2)	0,502	11,069	0,045	0,964
(x3)-19->(y2)	23,502	0,000		

Рис. 57. **Результати розрахунку параметрів моделі**

Варіативне завдання 2. Необхідно побудувати економетричну модель на основі системи одночасних структурних рівнянь, яка включає два регресійні рівняння: прибутку та інвестицій (табл. 8).

Таблиця 8

Місяць	Прибуток, тис. грн	Інвестиції, тис. грн	Основні виробничі фонди, тис. грн	Фонд робочого часу (людино-дні)	Процентна ставка, %
1	44,85	71,3	25,3	120	23
2	47,15	74,75	28,75	125	21,85
3	43,7	65,55	19,55	114	25,3
4	48,3	75,9	31,05	131	23
5	50,6	79,35	32,2	133	24,15
6	56,35	66,7	23	127	26,45
7	50,6	82,8	36,8	137	20,7
8	51,75	80,5	34,5	133	20,125
9	55,2	86,25	39,1	131	19,55
10	58,65	90,85	40,25	138	18,4
11	56,35	88,55	37,95	143	17,825
12	62,1	94,3	42,55	137	16,1
13	63,25	92	42,55	148	18,4
14	65,55	86,25	44,85	148	17,825
15	64,4	95,45	43,7	152	16,1
16	62,1	93,15	41,4	150	17,25
17	67,85	100,05	46	143	14,95
18	70,15	105,8	48,3	154	13,8
19	71,3	109,25	49,45	158	12,65
20	73,6	111,55	48,3	160	11,5

Питання для самоконтролю

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

Тема 14. Модель головних компонент

Задача: дослідження отриманих факторів.

Варіативні завдання для самостійної роботи

Варіативне завдання 1. Побудова моделі факторного аналізу Вихідні дані наведені на рис. 58, 59.

	A	B	C	D	E	F
1		Наявний дохід на душу населення, грн	Рівень безробіття, %	ВРП на душу населення, грн	Капітальні інвестиції на душу населення, грн	Обсяг реалізованої продукції, млн грн
2	Автономна Республіка Крим	18231	6,1	19467	8280,19	85304
3	Вінницька обл.	19090,8	9,7	17768	3418,94	46188,4
4	Волинська обл.	16657,7	8,3	16993	2111,28	52334,6
5	Дніпропетровська обл.	24302,4	6,8	42068	5443,55	447705,4
6	Донецька обл.	24890,3	8,2	36446	4887,67	664615,9
7	Житомирська обл.	18716,4	10	17184	2963,09	30483,8
8	Закарпатська обл.	15002,4	9,6	14455	2351,72	27533,7
9	Запорізька обл.	23684,9	7,2	27567	3363,21	124278,2
10	Івано-Франківська обл.	17732,6	8,7	19386	2596,81	38354,5
11	Київська обл.	22520,1	6,7	34420	8981,85	227722,6
12	Кіровоградська обл.	18039,2	8,6	19918	4466,01	44308,2
13	Луганська обл.	20879,9	6,6	25067	2676,25	117310,4
14	Львівська обл.	19204,4	7,7	20490	4489,38	131984,6
15	Миколаївська обл.	20040,7	8,1	23402	3483,82	52795,3
16	Одеська обл.	19135	6	25748	3399,25	141059,4
17	Полтавська обл.	20917,4	9	35246	6891,39	118997,7
18	Рівненська обл.	17326,2	10,4	16735	2385,12	25530,5
19	Сумська обл.	19592,9	9,1	19800	2426,39	36761,8
20	Тернопільська обл.	16351,3	10,4	15055	2152,27	48897,3
21	Харківська обл.	21787,8	7	27966	3874,04	179260
22	Херсонська обл.	17654,3	9	16990	2612,64	26885,8
23	Хмельницька обл.	18738,2	8,8	1720	3018,28	32905,9
24	Черкаська обл.	18246,3	9,2	21082	2347,54	63723,9
25	Чернівецька обл.	15992,5	8,2	13228	2426,06	13290,5
26	Чернігівська обл.	19465	10,4	19357	2244,92	33293,9
27	м. Київ	42576,7	5,6	79729	12280,44	1378512,3
28	м. Севастополь	19918,6	6,2	24564	4283,73	13430,9

Рис. 58. **Вихідні дані**

Variable	Factor Loadings (Unrotated) (Spreadsheet1.sta) Extraction: Principal components (Marked loadings are >,700000) **Factor 1**	Factor 2
X1	-0,957931	-0,199623
X2	0,675897	-0,717408
X3	-0,975030	-0,150030
X4	-0,878488	0,114550
X5	-0,935528	-0,265108
Expl.Var	3,972105	0,660436
Prp.Totl	0,794421	0,132087

Рис. 59. **Таблиця факторних навантажень**

За результатами таблиці рис. 59 видно, що 1-й фактор більш корелює з показниками, ніж 2-й.

Згідно з Критерієм Кайзера вибирається 1-й фактор, тому що його власне число більше 1 (рис. 60).

Value	Eigenvalues (Spreadsheet20) Extraction: Principal components **Eigenvalue**	% Total variance	Cumulative Eigenvalue	Cumulative %
1	5,306180	75,80257	5,306180	75,80257
2	0,780662	11,15231	6,086842	86,95488

Рис. 60. **Власне число**

Критерій кам'янистого осипу підтверджує правильність вибору 2-х факторів для скорочення факторного простору (рис. 61).

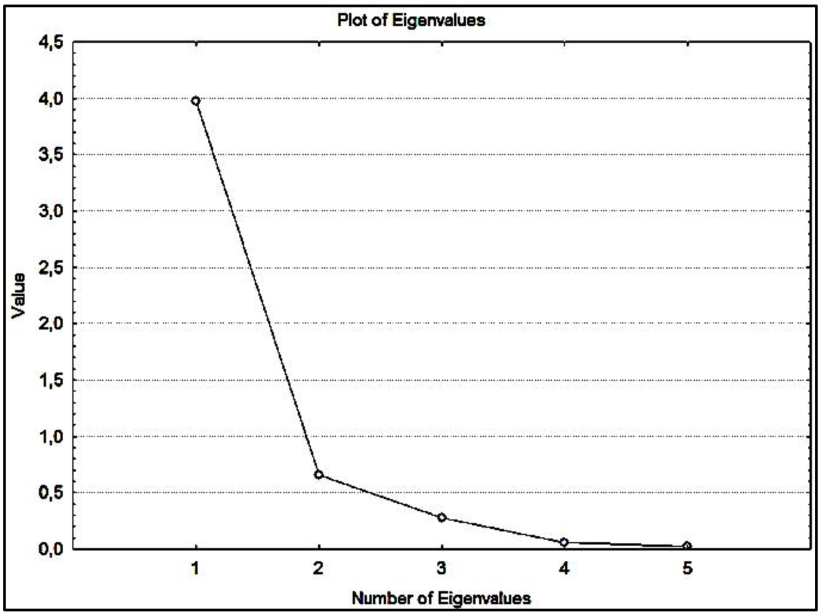


Рис. 61. **Критерій кам'янистого осипу**

Кореляційна матриця (рис. 62).

Variable	Correlations (Spreadsheet1.sta) Casewise deletion of MD N=27				
	X1	X2	X3	X4	X5
X1	1,00	-0,52	0,97	0,76	0,94
X2	-0,52	1,00	-0,56	-0,60	-0,47
X3	0,97	-0,56	1,00	0,81	0,94
X4	0,76	-0,60	0,81	1,00	0,73
X5	0,94	-0,47	0,94	0,73	1,00

Рис. 62. **Вихідна матриця**

Редукована матриця (рис. 63).

Variable	Reproduced Correlations (Spreadsheet20) Extraction: Principal components				
	X1	X2	X3	X4	X5
X1	0,96	-0,50	0,96	0,82	0,95
X2	-0,50	0,97	-0,55	-0,68	-0,44
X3	0,96	-0,55	0,97	0,84	0,95
X4	0,82	-0,68	0,84	0,78	0,79
X5	0,95	-0,44	0,95	0,79	0,95

Рис. 63. **Редукована матриця**

Різниця між вихідною та відтворювальною матрицею (рис. 64).

Variable	Residual Correlations (Spreadsheet20) Extraction: Principal components (Marked residuals are > ,100000)				
	X1	X2	X3	X4	X5
X1	0,04	-0,02	0,00	-0,06	-0,01
X2	-0,02	0,03	-0,01	0,08	-0,02
X3	0,00	-0,01	0,03	-0,03	-0,01
X4	-0,06	0,08	-0,03	0,22	-0,06
X5	-0,01	-0,02	-0,01	-0,06	0,05

Рис. 64. **Матриця залишкових кореляцій**

Результат розрахунків рис. 60 – 62 показує, що отримані факторні моделі є точними.

Варіативне завдання 2. Провести редукцію факторного простору в дослідженні розвитку галузей промисловості України.

Питання для самоконтролю

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

Тема 15. Кластерний аналіз

Задача: визначення кількості кластерів.

Варіативні завдання для самостійної роботи

Варіативне завдання 1. Базуючись на аналізі дендрограми, наведеної на рис. 65, зробіть висновок щодо кількості кластерів у досліджуваній сукупності.

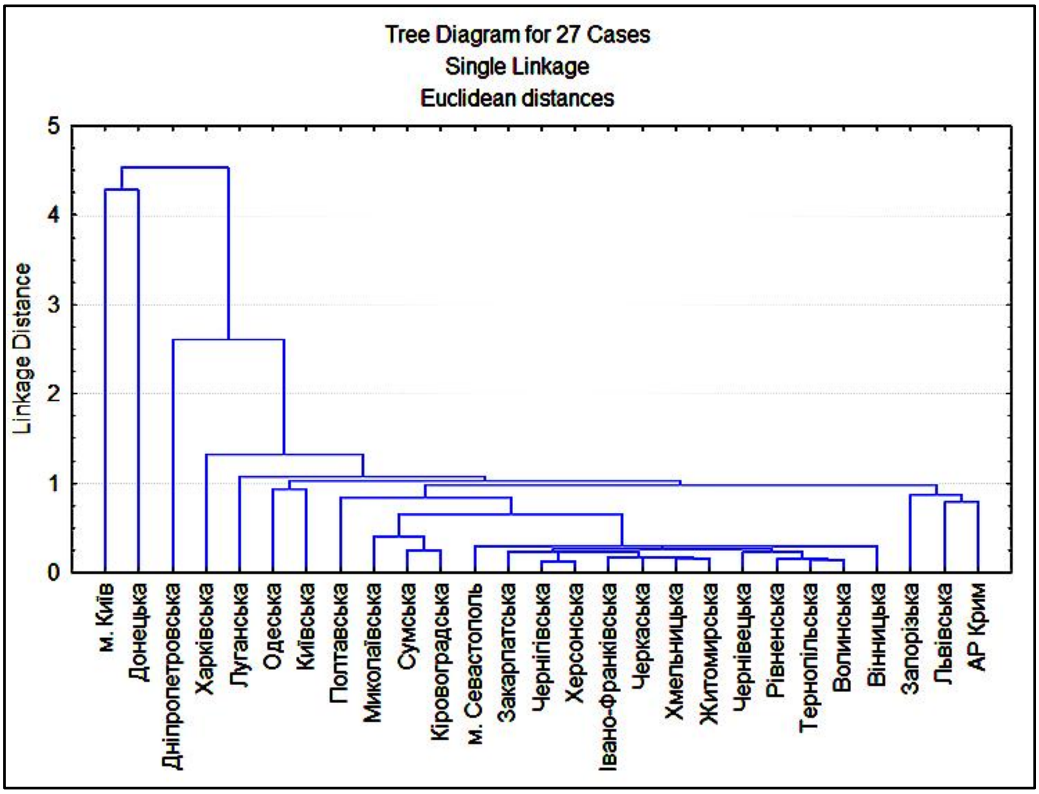


Рис. 65. **Дендрограмма (1)**

Розв'язання

Використовуючи побудований дендрит можна визначити кількість кластерів, на які доцільно розділити множину об'єктів, використовуючи два підходи:

Перший підхід. Базуючись на візуальному аналізі дендриту, зображеного на рис. 66, можна зробити висновок про необхідність розділити на 3 кластери множину об'єктів.

Другий підхід базується на природних способах виділення числа кластерів, на які ділиться множина. Даний підхід складається з наступних етапів:

1. Зв'язки дендрита, побудованого на одиницях множини, впорядковуються за убуванням їх довжини:

$$i_2 = \frac{d_1}{d_2}, i_3 = \frac{d_2}{d_3}, \ldots, i_{\varpi-1} = \frac{d_{\varpi-2}}{d_{\varpi-1}},$$

де $d_1, d_2, \ldots\ d_{\varpi-1}$ – упорядковані довжини зв'язків;

$i_1, i_2, \ldots\ i_{\varpi-1}$ - відношення довжин зв'язків:

2. Здійснюється пошук такого значення i_k, для якого виконується наступне відношення:

$$i_k < i_{k+1} \text{ для } k = 2,3,\ldots,\varpi - 1.$$

Якщо дане співвідношення виконується, то можна стверджувати, що кращим є розбиття на k частин:

$$i_2 = \frac{4,5}{4,25} = 1,06, i_3 = \frac{4,25}{2,5} = 1,7,\ i_4 = \frac{2,5}{1,25} = 2; i_5 = \frac{2,5}{1,25} = 1,25.$$

Тобто для $k = 2$ виконується умова $i_2 < i_3$, $1,06 < 1,7$.

Виходячи з проведеного аналізу можна зробити висновок, що в подальшому дослідженні необхідно побудувати методом штучної кластеризації два та три кластери і порівняти якість отриманих кластеризацій.

Варіативне завдання 2. Базуючись на аналізі дендрограми, наведеної на рис. 66, зробіть висновок щодо кількості кластерів у досліджуваній сукупності.

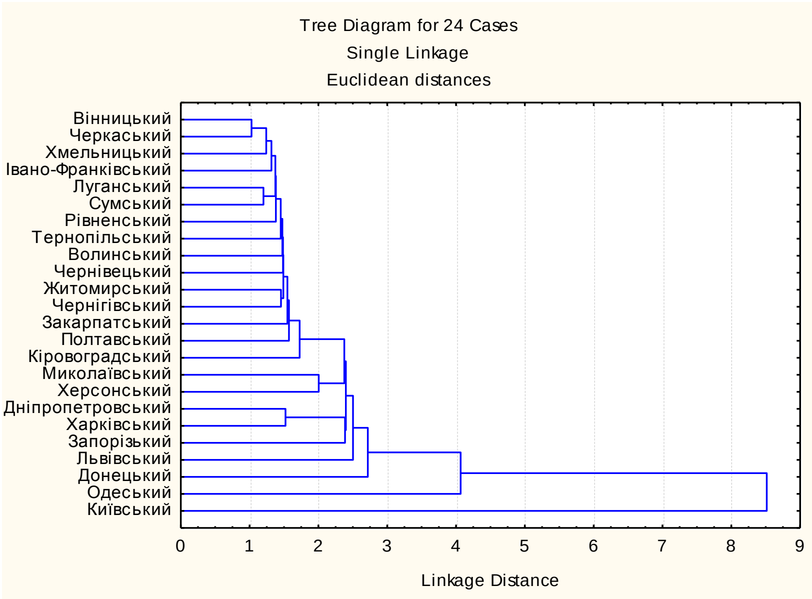


Рис. 66. **Дендрограмма (2)**

Варіативне завдання 3. Базуючись на аналізі дендрограми, наведеної на рис. 67, зробіть висновок щодо кількості кластерів у досліджуваній сукупності.

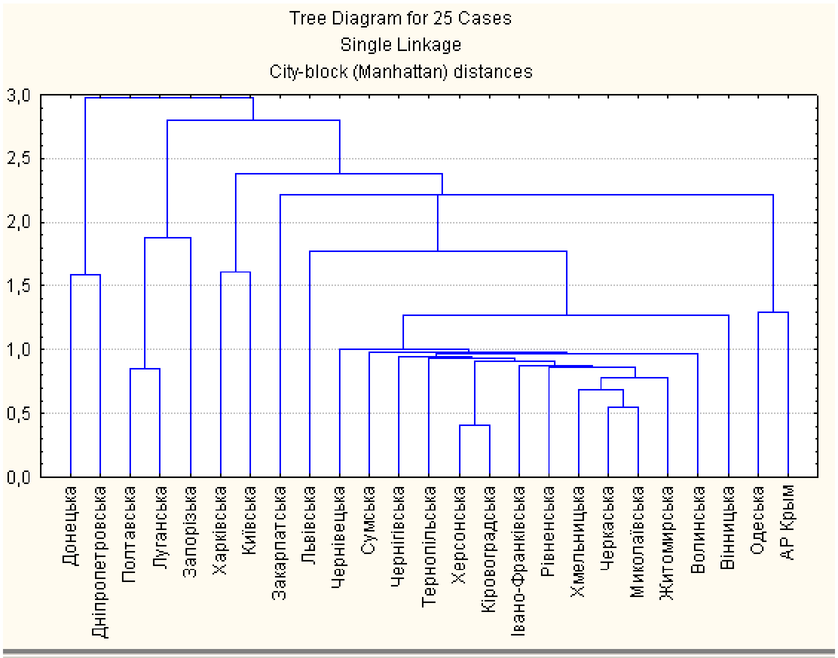


Рис. 67. **Дендрограмма (3)**

Питання для самоконтролю

1. Чим відрізняється кластеризація від класифікації?
2. Наведіть основні властивості кластера.
3. Перерахуйте основні напрями використання кластерного аналізу.

4. Перелічіть етапи формування матриці спостережень.

5. Наведіть перелік відстаней, що найчастіше застосовуються у багатомірному аналізі.

6. Який вигляд має матриця відстаней?

7. Чим відрізняється розрахунок відстані Чебишева від розрахунку середньої абсолютної різниці значень ознак?

8. Наведіть властивості елементів матриці відстаней.

9. Перерахуйте групи методів кластерного аналізу.

10. Наведіть етапи реалізації методу к-середніх.

Тема 16. Дискримінантний аналіз

Задача: проведення класифікації об'єктів за дискримінаційною функцією.

Варіативні завдання для самостійної роботи

Варіативне завдання 1. За наведеними на рис. 68 даними побудувати дискримінантну функцію та проаналізувати як зміниться стан Харківського регіону, якщо його показники-стимулятори збільшити на 10 %, а показники-дестимулятори зменшити на 10 %. Тобто, збільшимо показник Національного доходу, Капітальних інвестицій, Обсягу роздрібного товарообороту та Експорту, а зменшимо величину заборгованості з виплат заробітної плати.

	1 ND	2 KI	3 TO	4 Exp	5 Dzp	6 CASE_NO	7 CLUSTER	8 DISTANCE
АР Крим	50347	17576,8	29254,4	888,8351	54,4	1	2	0,4218939
Вінницька	42913	4901	18874,7	652,4018	15,7	2	3	0,19631361
Волинська	25226	3180,2	13112,7	605,7836	6,4	3	3	0,14391861
Дніпропетровська	113135	20456,2	51332,2	10129,72	14,8	4	2	1,09691888
Донецька	149641	30068,8	65713,8	14127,18	200,3	5	1	0,95876648
Житомирська	33632	2539,2	14815,3	550,0384	11,5	6	3	0,10406806
Закарпатська	26435	2518,8	13974,7	1385,087	13,5	7	3	0,09567956
Запорізька	56975	6261,7	28455,8	4004,8	48,7	8	2	0,34829692
Івано-Франківська	34366	4976,6	17355,3	821,538	8,1	9	3	0,15499744
Київська	55841	19375,8	27852,7	1982,972	10,6	10	2	0,5359496
Кіровоградська	25947	4376,7	11279,6	630,6056	47,9	11	3	0,32191931
Луганська	64144	7839,4	27844,8	4192,709	92,9	12	2	0,55796892
Львівська	70972	9992,5	31285,9	1343,536	56,6	13	2	0,29591862
Миколаївська	32881	4166,4	16661,5	2370,725	53,1	14	3	0,41384996
Одеська	67992	13230,3	41169,2	1784,64	20	15	2	0,37577742
Полтавська	43014	10190,5	17905,4	3404,407	20	16	3	0,4155634
Рівненська	29508	2671,6	12332,4	503,5364	2,5	17	3	0,18338713
Сумська	30766	2695,7	12778,4	1122,088	51,2	18	3	0,34933513
Тернопільська	24759	3159,9	11334,2	236,8236	7,8	19	3	0,16087572
Харківська	84771	13516,1	48925,2	2022,113	90,1	20	2	0,58283072
Херсонська	26514	2287,9	14248,3	328,4741	22,3	21	3	0,09469415
Хмельницька	34477	3282,6	15722,7	460,4249	17,2	22	3	0,0859924
Черкаська	32580	3373,4	16445,6	1007,65	11,3	23	3	0,10435026
Чернівецька	20182	2131,2	9831,7	124,92	0,2	24	3	0,26241595
Чернігівська	28777	2470,2	12702	542,3554	20	25	3	0,06492525
м. Київ	189808	64552	85779,4	12770,31	72,5	26	1	0,95876648
м. Севастополь	11594	1936,2	7735,2	159,4109	7,8	27	3	0,29029873

Рис. 68. **Вихідні дані**

Розв'язання

Отримані показники додамо на вихідний лист дискримінантного аналізу як Харківський* регіон (рис. 69).

Харківська обл.	84771	13516,1	48925,2	2022,113	90,1
Херсонська обл.	26514	2287,9	14248,3	328,4741	22,3
Хмельницька обл.	34477	3282,6	15722,7	460,4249	17,2
Черкаська обл.	32580	3373,4	16445,6	1007,65	11,3
Чернівецька обл.	20182	2131,2	9831,7	124,92	0,2
Чернігівська обл.	28777	2470,2	12702	542,3554	20
м. Київ	189808	64552	85779,4	12770,31	72,5
м. Севастополь	11594	1936,2	7735,2	159,4109	7,8
	93248,1	14867,71	53817,72	2224,324	81,09

Рис. 69. **Фрагмент вихідних даних**

Подивимося за допомогою апостеріорної вірогідності та величини відстані від центру кластера, куди попаде покращений регіон (рис. 70, 71).

Case	Observed Classif.	G_1:1 p=,07407	G_2:2 p=,29630	G_3:3 p=,62963
Харківська*	---	0,000000	1,000000	0,000000

Рис. 70. **Фрагмент апостеріорної вірогідності**

Case	Observed Classif.	G_1:1 p=,07407	G_2:2 p=,29630	G_3:3 p=,62963
Харківська*	---	131,9554	17,8011	63,2743

Рис. 71. **Фрагмент квадратів відстані**

Можна зробити висновок, що навіть поліпшення ситуації в регіоні на 10 % при незмінних ситуаціях в інших регіонах не призведе до переходу в перший кластер, тому що відстань скоректованого значення до першого кластера занадто велика.

Варіативне завдання 2. Необхідно віднести банки (табл. 9) до груп, отриманих у попередньому прикладі.

Таблиця 9

Дані для класифікації

Назва банку	Міжбанківські кредити	Заборго-ваність банків	Кредити юридичним особам	Кредити фізичним особам	Резерви клієнтам	Цінні папери
ГРАНТ	9,94	0,01	362,08	94,37	7,41	4,41
КРЕДОБАНК	105,21	6,77	1338,77	615,17	248,31	631,88

Питання для самоконтролю

1. Сформулюйте визначення дискримінантного аналізу.
2. Які підходи існують до проведення дискримінантного аналізу?
3. Наведіть загальний вигляд функції дискримінації.
4. У чому полягає поняття центроїду?
5. Що характеризує міжкласову варіацію?
6. Які основні завдання дискримінантного аналізу?
7. За допомогою яких критеріїв здійснюється перевірка якості дискримінації?
8. Наведіть визначення дискримінантної функції.
9. У яких межах вимірюється лямбда Вілкса?
10. Чим відрізняються стандартизовані коефіцієнти дискримінантної функції від структурних?

3. Рекомендована література

3.1. Основна

1. Антохонова И. В. Методы прогнозирования социально-экономических процессов : учеб. пособ. / И. В. Антохонова. – Улан-Удэ : Изд. ВСГТУ, 2004. – 212 с.

2. Бабешко Л. О. Основы эконометрического моделирования : учеб. пособ. / Л. О. Бабешко. – 3-е изд. – М. : Ком книга, 2007. – 432 с.

3. Вітлинський В. В. Моделювання економіки : навч. посіб. / В. В. Вітлинський. – К. : КНЕУ, 2003. – 408 с.

4. Єріна А. М. Статистичне моделювання та прогнозування : навч. посіб. / А. М. Єріна.– К. : КНЕУ, 2001.

5. Клебанова Т. С. Эконометрия : учеб.-метод. пособ. для самостоятельного изучения дисциплины / Т. С. Клебанова, Н. А. Дубовина, Е. В. Раевнева. – Х. : Изд. Дом "ИНЖЭК", 2003. – 132 с.

6. Когнитивная бизнес-аналитика : учебник / под науч. ред. д. т. н., проф. Н. М. Абдикеева. – М. : ИНФРА-М, 2011. – 511 с.

7. Магнус Я. Р. Эконометрика. Начальный курс : учебник / Я. Р. Магнус, П. К. Катышев, А. А. Пересецкий. – 8-е изд. – М. : Дело, 2007. – 504 с.

8. Мандель И. Д. Кластерный анализ / И. Д. Мандель. – М. : Финансы и статистика. 1988. – 176 с.

9. Многомерный статистический анализ в экономике : учеб. пособ. для ВУЗов / под ред. проф. В. Н. Тамашевича. – М. : 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 вид., виправ. – Х. : ВД "ІНЖЕК", 2008. – 396 с.

11. Присенко Г. В. Прогнозування соціально-економічних процесів : навч. посіб. / Г. В. Присенко, Є. І. Равікович. – К. : КНЕУ, 2005. – 378 с.

12. Статистика : навч. посіб. / під ред. д. е. н., проф. Раєвнєвої О. В. – Х. : Вид. ХНЕУ, 2010. – 520 с.

13. Статистика / С. С. Герасименко, А. В. Головач, А. М. Єріна та ін. – 2-ге вид., перероб. і доп. – К. : КНЕУ, 2000. – 467 с.

14. Факторный, дискриминантный и кластерный анализ / Дж.-О. Ким, Ч. У. Мьюллер, У. Р. Клекка и др. ; под ред. И. С. Енюкова ; пер. с англ. – М. : Финансы и статистика, 1989. – 215 с.

3.2. Додаткова

15. Андрієнко В. Ю. Статистичні індекси в економічних дослідженнях / В. Ю. Андрієнко. – К. : 2004. – 536 с.

16. 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.

17. 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. – М., 2002.

18. Дуброва Т. А. Факторный анализ с использованием пакета "STATISTICA" : учеб. пособ. / Т. А. Дуброва, Д. Э. Павлов, Н. П. Осипова ; МГУ экономики, статистики и информатики. – М., 2002.

19. Кластерный анализ / Б. Дюран, П. Оделл ; пер. с англ. Е. З. Демиденко ; под ред. А. Я. Боярского. – М. : Статистика, 1977. – 254 с.

20. Лещинський О. Л. Економетрія : навч. посіб. для студентів вищих навчальних закладів / О. Л. Лещинський, В. В. Рязанцева, О. О. Юнькова. – К. : МАУП, 2003. – 208 с.

21. Лямець В. І. Системний аналіз. Вступний курс / В. І. Лямець, А. Д. Тевляков. – Х. : Изд. ХНУРЕ, 2003. – 452 с.

22. Мардас А. Н. Эконометрика / А. Н. Мардас. – СПб. : Питер, 2001. – 144 с.

23. Моделирование экономики : учеб. пособ. / Т. С. Клебанова, В. А. Забродский, О. Ю. Полякова и др. – Х. : Изд. ХГЭУ, 2001. – 140 с.

24. Орлов А. И. Организационно-экономическое моделирование : учебник : в 3 ч. / А. И. Орлов. – М. : Изд. МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2009. – 254 с.

25. 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. – М. : Финансы и статистика, 1989. – 175 с.

26. Рейтинговое управление экономическими системами / О. И. Богатов и др. – Донецк : Юго-Восток, 1999. – 254 с.

27. Халафян А. А. STATISTICA 6. Статистический анализ данных / А. А. Халафян. – М. : 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. / Л. Л. Шамилева. – 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. – Vol. 74. – P. 427–431.

31. Fisher R. A. Statistical methods and scientific induction / R. A. Fisher // Journal of the Royal Statistical Society. – B, 17. – 1955. – 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. Time series modelling and interpretation / C. W. Granger, M. J. Morris // Journal of the Royal Statistical Society. – 1976. – Ser. A. – Vol. 139. – Part 2. – P. 234–256.

34. Granger C. W. Forecasting economic time series / C. W. Granger, Jr. P. Newbold. – 2nd ed. – N. Y. : Academic Press, 1986. – 324 p.

35. Lachenbruch P. A. Discriminant Analysis / P. A. Lachenbruch. – New York : Hafner, 1974. – 234 p.

3.3. Інформаційні ресурси

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

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

38. Электронный учебник StatSoft [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://www.statsoft.ru.

39. Офіційний сайт державної служби статистики України – Режим доступу: http://www.ukrstat.gov.ua/.

40. Офіційний сайт департаменту статистики Організації Об'єднаних Націй. – Режим доступу : http://unstats.un.org/unsd/default.htm.

41. Офіційний сайт Міжнародного валютного фонду. – Режим доступу : http://www.imf.org.

42. Офіційний сайт Міністерства економічного розвитку та торгівлі України. – Режим доступу : http://me.kmu.gov.ua.

43. Офіційний сайт Національного банку України. – Режим доступу : http://www.bank.gov.ua.

44. Офіційний сайт Світового банку. – Режим доступу : http://web.worldbank.org.

45. Офіційний сайт Світового економічного форуму. – Режим доступу : http://www.weforum.org.

46. Офіційний сайт Статкомітета СНД. – Режим доступу : http://www.cisstat.com.

47. Офіційний сайт Фонду миру. – Режим доступу : http://www.fundforpeace.org/global.

48. Асоціація Українських Банків. – Режим доступу : http://aub.org.ua.

Зміст

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

Завдання до самостійної роботи з навчальної дисципліни "СТАТИСТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ"

для студентів напряму підготовки
6.030506 "Прикладна статистика"
денної форми навчання

Укладачі: **Раєвнєва** Олена Валентинівна
Гольтяєва Людмила Анатоліївна
Чанкіна Ірина Володимирівна

Відповідальний за випуск *Раєвнєва О. В.*

Редактор *Лященко О. Г.*

Коректор *Маркова Т. А.*

План 2014 р. Поз. № 158.

Підп. до друку 30.12.2014 р. Формат 60 х 90 1/16. Папір офсетний. Друк цифровий.

Ум. друк. арк. 4,5. Обл.-вид. арк. 5,63. Тираж 40 прим. Зам. № 361.

Видавець і виготівник – видавництво ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 61166, м. Харків, пр. Леніна, 9-А

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру суб'єктів видавничої справи
Дк № 481 від 13.06.2001 р.