

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Методичні вказівки  
до самостійної роботи студентів  
з дисципліни**

**“ Моделі та методи економетрики ”**

**для денної форми навчання**

## ПЕРЕДМОВА

В умовах переходу економіки України до ринкових відносин є збільшення інтересу фахівців до наукового вирішення проблем з використанням економіко-математичних методів і побудованих на їх основі моделей. Проявляється це наперед за все в тому, що математичні методи і моделі в економіці вимагають ретельного врахування всіх можливих ситуацій, що робить управлінські рішення науково обґрунтованими, динамічними для забезпечення збалансованого та стикового господарського механізму. Використання сучасних методів дослідження економічних процесів і явищ дозволяє повніше і глибше обґрунтовувати темпи і пропорції розвитку на макро- і мікрорівні, домагатися оптимальності серед альтернативних рішень. При цьому зростає роль економетрії як науки про виміри в економіці та управлінні з використанням сучасних економіко-математичних методів, моделей та засобів їх реалізації.

Економіка - це прикладна наука і її важлива практична задача полягає в розробці методів обґрунтування і вибору тих або інших рішень. У загальному випадку для наукового пізнання якогось процесу чи явища можна користуватися в якості інструментарію такими чотирма методами: теоретичним аналізом; спостереженням; науковим експериментом; моделюванням. Якщо перші три інструменти успішно використовуються, наприклад, у технічних науках, то на долю економіки припадає останнє (за винятком спостереження, використовуємим у статистиці). Пояснити це можна тим, що економічні процеси достатньо тривалі. Для збору необхідного для теоретичного аналізу статистичного матеріалу часто необхідні роки і десятиліття; із-за цього ускладнюється вияв діючих закономірностей та вплив багаточисельних окремих факторів.

## 1. ЗМІСТ ДИСЦИПЛІНИ

### Вступ

Дисципліна "Економетрія" належить до циклу спеціальних дисциплін освітньо-професійної програми підготовки фахівців за спеціальністю "Менеджмент організацій".

*Метою* вивчення дисципліни "Економетрія" є одержання студентами теоретичних та практичних знань щодо використання сучасних методів дослідження економічних процесів і явищ, повніше і глибше обґрунтовувати темпи і пропорції розвитку на макро- і мікрорівні, домагатися оптимальності серед альтернативних рішень.

Завдання дисципліни "Економетрія" пов'язана з освоєнням методів вимірів в економіці та управлінні з використанням сучасних економіко-математичних методів, моделей та засобів їх реалізації.

Загальний обсяг навчального часу, що припадає на вивчення дисципліни, див. робочу програму.

Вивчення дисципліни "Економетрія" сприяє формуванню у студентів розуміння суті та принципів сталого розвитку, системного підходу до економічного аналізу, важлива практична задача полягає в розробці методів обґрунтування і вибору тих або інших рішень. Після освоєння дисципліни студент повинен:

**знати** основні поняття, терміни, зв'язок між економічними показниками за допомогою широкого спектру економічних моделей, заснованих на комплексному розгляданні найбільш розповсюджених економіко-математичних методів, закони розвитку економіко-математичних систем, теоретичні основи організаційно-економічного механізму;

**вміти** будувати економічні моделі на основі основних економіко-математичних методів, опанувати методики з побудови економічних моделей, вміти використовувати відповідний математичний апарат у вирішенні економічних та управлінських задач.

Вивчення дисципліни "Економетрія", базується на знаннях, отриманих з дисциплін "Вища математика", "Статистика".

Головною формою організації вивчення даної дисципліни є самостійна робота студента, лекції та практичні заняття. Визначення рівня набутих студентом знань, вмінь та навичок з дисципліни здійснюється за допомогою модульного контролю, який є інструментом активізації навчальної діяльності та стимулювання студента протягом всього семестру.

Методика модульного контролю з дисципліни "Економетрія" розроблена у відповідності із Положеннями, що регламентують організацію контролю самостійної роботи та проведення підсумкового контролю знань студентів ОДЕКУ. Кваліфікаційними вимогами до студентів є володіння знаннями, уміннями і навичками з основних змістовних модулів. Згідно програми модульного контролю поточних та підсумкових знань студентів з дисципліни "Економетрія" до змістовних модулів включаються теми лекційного курсу та теми практичних занять.

**ЗМІСТ ДИСЦИПЛІНИ**  
**Лекційний курс**

<i>№ теми</i>	<i>Назва та зміст теми</i>
1.	Елементи моделювання економічних систем. Предмет, мета та задачі економетрії. Термінологія, яка використовується в економіко-математичному моделюванні. Історія розвитку економіко-математичних методів і економетрії. Сучасний стан економіко-математичного моделювання.
2.	Загальна лінійна економетрична модель та її кореляційно-регресивний аналіз. Загальний вигляд економетричної моделі, її структура та етапи побудування. Передумови застосування методу найменших квадратів. Властивості оцінок параметрів рівнянь регресії. Види рівнянь регресії та визначення їх параметрів.
3.	Порушення умов використання МНК для загальної лінійної моделі, шляхи їх виявлення та подолання. Поняття мультиколінеарності та її ознаки. Визначення мультіколінеарності та способи її усунення. Поняття гомо- і гетероскедастичності. Методи визначення гетероскедастичності. Узагальнений метод найменших квадратів (метод Ейткена), прогноз за моделлю.
4.	Моделі розподіленого лагу. Поняття лагу та лагових змінних, види лагових моделей. Взаємна кореляційна функція, лаги залежної та незалежних змінних.
5.	Системи одночасних структурних рівнянь. Системи рівнянь при побудові економетричних моделей. Ідентифікація моделі. Рекурсивні системи.
6.	Економетричні моделі з якісними пояснювальними змінними. Якісні змінні в економетричних моделях. Регресійні моделі з кількісними та якісними змінними.

## Практичні заняття

№ теми	Назва та зміст теми
1.	Оптимізаційні моделі. Побудови економіко-математичних моделей
2.	Економетричні методи та моделі
3.	Мультиколінеарність. Узагальнений метод найменших квадратів (метод Ейткена) та його економічна інтерпретація
4.	Оцінка параметрів системи одночасних рівнянь. Методи дослідження якісних екологічних показників

## ЛІТЕРАТУРА

### Основна

1. Айвазян С.А., Мхитарян С.В. Прикладная статистика и основы эконометрики: Учебник для вузов. – М.: ЮНИТИ, 1998.-1022с.
2. Грубер Й. Эконометрия. Вступ до множинної регресії та економетрії: Навчальний посібник.-К.:Нічлава, 1998.-384с.
3. Эконометрия: Опорный конспект лекций / Укл. О.Є.Лугінін. – Херсон: МІБ, 2001.-106с.
4. Кулинич О.І. Эконометрия: Навчальний посібник. – Хмельницький: Поділля, 1997.-115с.
5. Кулинич О.І. Эконометрия: Практикум. – Хмельницький: Поділля, 1998.-157с.
6. Лугінін О.Є., Білоусова С.В., Білоусов О.М. Эконометрия: Навчальний посібник. – Київ: Центр навчальної літератури, 2005. – 252с.

### Додаткова

1. Кулян В.Р., Юнькова Е.А. Эконометрия: Учебное пособие. – К:МАУП, 1997.-68с.
2. Лугинин О.Е., Белоусова С.Я., Львов М.С. Экономико-математические методы и модели: Учебное пособие. – Херсон: МИБ, 1998.-212с.
3. Лук'яненко І.Г., Красикова Л. І. Эконометрика: Підручник.-К: Товариство "Знання" КОО, 1998.-494с.
4. Магнус Я.Р., Катышев П.К., Переседский А.А. Эконометрика: Учебное пособие. – М.: Дело, 1998.-248с.
5. Наконечний С.І., Терещенко Т.О., Романюк Т.П. Эконометрия: Підручник.-К.: КНЕУ, 2000 -296с.
6. Наконечний С.І., Терещенко Т.О. Эконометрия: Навчально-методичний посібник для самостійного вивчення дисципліни.-К.: КНЕУ, 2001 .-192с.

## **МОДУЛЬ 1.Елементи моделювання економічних систем**

### **ТЕМА 1.1. Елементи моделювання економічних**

У цій темі необхідно освоїти предмет, мету та задачі економетрії.

У сучасній літературі має місце ряд трактувань поняття економетрії, або економетрики (що одне і те ж), як наукової дисципліни. Термінологію, яка використовується в економіко-математичному моделюванні, кожна наукова дисципліна використовує свою систему понять і категорій. В основі понятійного апарату економетрії лежить термінологія такого наукового напрямку, як економіко-математичні методи з побудовою та реалізацією на їх основі математичних моделей. Історію розвитку економіко-математичних методів і економетрії. Сучасний стан економіко-математичного моделювання, класифікація економіко-математичних моделей, етапи економіко-математичного моделювання, у теперішній час сфера можливого використання економіко-математичних методів і моделей у плануванні та управлінні значна і з кожним роком вона розширюється, але область фактичного їх використання на практиці пов'язана з труднощами:складність моделювання економічних процесів і явищ

**Література:**[3,стр.27],[6,стр.12,18]

#### **Терміни**

Ціль, захід, система, модель, математична модель, моделювання, системний підхід.

#### **Питання для самоконтролю**

- 1.Етапи економіко-математичного моделювання?
- 2.Сучасний стан економіко-математичного моделювання?
- 3.Класифікація економіко-математичних моделей?
- 4.Предмет, мета та задачі економетрії?
- 5.Історія розвитку економіко-математичних методів і економетрії?

**Знання:** основні поняття, терміни, принципи, напрямки і механізми економетрії.

**Уміння:** проводити класифікацію економіко-математичних моделей, будувати

### **ТЕМА 1.2.Економетричні методи та моделі**

Матриці, визначники та дії з ними. Різні економічні дані часто надаються у вигляді таблиць. Математична обробка їх значно спрощується, якщо абстрагуватися від їх економічного змісту, тобто розглядати їх як математичний об'єкт - матрицю. Системи лінійних рівнянь та методи їх

вирішення. Рівняння є лінійним, якщо воно містить у собі змінні тільки у першої степені, відсутні їх обернені величини та добуток змінних. Загальний вигляд економетричної моделі, та етапи її побудування

Одною з головних задач економетрії в ринковій економіці є ретельне вивчення кількісних зв'язків між показниками для кращого розуміння господарських явищ і процесів, що в свою чергу дозволяє більш обґрунтовано сформулювати управлінські рішення та дати прогнози на майбутнє. Метод найменших квадратів, передумови застосування методу найменших квадратів, властивості оцінок параметрів рівнянь регресії, види рівнянь регресії та визначення їх параметрів. Сутність методу (звичайного) методу найменших квадратів (МНК) полягає у знаходженні таких значень матриці параметрів  $A$  моделі, при яких сума квадратів залишків  $y$  була б мінімальною. Мінімізуя суму квадратів залишків  $y$  шляхом знаходження першої похідної за складовими, можна знайти оцінки для теоретичної моделі.

Оцінка тісноти та значимості зв'язку між змінними у рівняннях парної регресії, знаходження прогнозних значень змінних, оцінка тісноти та значимості зв'язку між змінними у множинній регресії, значимість коефіцієнта кореляції та оцінок параметрів моделі множинної регресії. Після вибору виду рівняння регресії та знаходження спостережень за допомогою статистичних критеріїв характеристики тісноти та значимості зв'язку зручно користуватися перетвореними виразами дисперсії для коефіцієнтів, розглядаємих залежною змінною у та незалежною змінною оцінюють за допомогою побудованої регресійної моделі (теоретично) фактичним даним.

**Література:** [2, стр.18], [6, стр.96,101]

### **Терміни**

Матриця, визначник, система рівнянь лінійна, система рівнянь нелінійна, квадратна матриця.

### **Питання для самоконтролю**

- 1.Що називають матрицею?
- 2.Як визначають розмір матриці?
- 3.Яка матриця називається квадратною? прямокутною?
- 4.Яку матрицю називають матрицею-стовпцем? Матрицею-рядком?
- 5.Яка матриця називається діагональною? одиничною?
- 6.Як отримати транспоновану матрицю?
- 7.Який порядок додавання та віднімання матриць одного порядку?
- 8.Коли можна помножити одну матрицю на іншу? Який порядок помноження матриць?
- 9.Яка характеристика матриці називається рангом? слідом?

- 10.Що називається визначником квадратної матриці?
- 11.Як визначаються алгебраїчні доповнення елемента матриці, та як вони розкриваються?
- 12.Правило знаків для алгебраїчного доповнення?
- 13.Що називають мінором матриці і чим він відрізняється від алгебраїчного доповнення?
- 14.Яка матриця називається невинродженою?
- 15.Який порядок складання оберненої матриці?
- 16.Яка система рівнянь називається лінійною, нелінійною, однорідною?

### Тести для самоконтролю

Виберіть правильну відповідь:

1) Матриця це :

- а ) таблиця чисел, яка складається з  $t$  рядів і  $p$  стовпців
- б ) таблиця чисел, яка складається з  $t$  рядів
- в ) таблиця чисел, яка складається з  $p$  стовпців

2)матриця квадратна, як що:

- а) $t=m$
- б) $m>n$
- в) $m<n$

3)вектором називають матрицю коли:

- а ) матриця складається з одного стовпця
- б ) матриця складається з одного рядка
- в ) матриця складається з діагоналі
- г)а,б

4)матриця називається одиничною якщо:

- а) в діагональній матриці елементами головної діагоналі є одиниці
- б) в діагональній матриці елементами головної діагоналі є нулі
- в) в діагональній матриці елементами головної діагоналі є будь яки числа

5)транспонована матриця якщо:

- а) поміняти місцями елементи рядків на відповідні елементи стовпців
- б) поміняти місцями елементи стовпців на відповідні елементи рядків
- в) поміняти місцями елементи в будь яком порядку
- г)а,б



**Знання:** метод найменших квадратів, передумови застосування методу найменших квадратів, властивості оцінок параметрів рівнянь регресії, види рівнянь регресії та визначення їх параметрів

**Уміння:** матриці, визначники та дії з ними, оцінка тісноти та значимості зв'язку між змінними у рівняннях парної регресії, знаходження прогнозних значень змінних, оцінка тісноти та значимості зв'язку між змінними у множинній регресії, значимість коефіцієнта кореляції та оцінок параметрів моделі множинної регресії

### **ТЕМА 1.3** **Порушення умов використання МНК для загальної лінійної моделі, шляхи їх виявлення та подолання**

Поняття мультиколінеарності та її ознаки. Однією з умов використання методу найменших квадратів (МНК) для знаходження параметрів економетричної моделі є те, що пояснювальні змінні у матриці  $X$  мають бути незалежними між собою, тобто  $|X'X| \neq 0$ . Визначення мультиколінеарності та способи її усунення. Мультиколінеарність може бути досліджена за допомогою алгоритму Фаррара-Глобера. Основу алгоритму складають три види статистичних критеріїв, за якими перевіряється мультиколінеарність. Поняття гомо- і гетероскедастичності, методи визначення гетероскедастичності. Однією з чотирьох необхідних умов для застосування МНК при оцінюванні параметрів економетричної моделі є вимоги постійної дисперсії залишків для кожного спостереження, тобто  $M(u_i^2) = \sigma_u^2$ . Ця властивість незмінної дисперсії в спостереженнях називається гомоскедастичністю.

**Література:** [4, стр.34], [6, стр.138,148]

#### **Терміни**

Мультиколінеарність, гетероскедастичність, алгоритм Фаррара-Глобера

#### **Питання для самоконтролю**

1. Як впливає явище гетероскедастичності на оцінку параметрів моделі?
2. Які існують методи визначення гетероскедастичності?
3. Як перевіряються гетероскедастичність за критерієм [F]?
4. Як і у яких випадках застосовується параметричний тест Гольдфельда-Квандта?
5. У чому сутність непараметричного тесту?
6. Яка сутність тесту Глейсера?

7. У яких випадках використовується УМНК (метод Ейткена)?
8. Що означає мультиколінеарність змінних?
9. Які наслідки мультиколінеарності?
10. Ознаки мультиколінеарності.
11. Які статичні критерії використовуються для виявлення мультиколінеарності?
12. Дати означення гомоскедастичності і гетероскедастичності

**Знання:** Обчислення F-критерія Фішера, Критерій  $\mu$ , Визначення критерія Пірсона, Обчислення t-критеріїв Ст'юдента

**Уміння:** Визначення мультиколінеарності та способи її усунення, знаходження параметрів економетричної моделі

## **Модуль 2 Моделі розподіленого лагу, системи одночасних структурних рівнянь**

### **ТЕМА 2.1. Моделі розподіленого лагу**

Поняття лагу та лагоєих змінних. Види лагових моделей. В ряді економетричних моделей з використанням динамічних рідів, які описують економічні процеси, типовим є проявлення впливу деякого фактору (або факторів) на результативний показник через якийсь період часу. Взаємна кореляційна функція. Лаги залежної та незалежних змінних. Для обґрунтування лагу (або лагів) пояснювальних змінних в динамічних моделях доцільно використовувати взаємну кореляційну функцію. Вона характеризує тісноту зв'язку кожного елемента залежної функції у зсунутих на часовий лаг  $t$  один відносно другого.

**Література:**[6,стр.168,169]

#### **Терміни**

розподіленого лагу, Кількісне вимірювання взаємозв'язку, кореляційна функція

#### **Питання для самоконтролю**

1. Дати означення узагальненої моделі розподіленого лагу?
2. З якою метою в динамічних моделях використовується взаємна кореляційна функція?
3. Що потрібно робити, щоб звільнитись від мультиколінеарності між багатьма змінними?
4. Яку схему розподіленого лагу запропонував Койк?

5. Які гіпотези відносно залишків можуть мати місце при оцінці параметрів лагової моделі?

6. Перерахувати методи оцінки, параметрів моделі розподіленого лагу.

**Знання:** поняття лагу та лагоєих змінних. Види лагових моделей, Взаємна кореляційна функція. Лаги залежної та незалежних змінних

**Уміння:** визначати залежність між економетричними показниками, змінні характеристики поточних умов змінні характеристики поточних умов

## **ТЕМА 2.2. Системи одночасних структурних рівнянь**

Системи рівнянь при побудові економетричних моделей. Економічні процеси і явища характеризуються складною системою зв'язків між чинниками. Ці зв'язки в ряді випадків слід описувати моделями, які побудовані на основі системи рівнянь. Ідентифікація моделі. Рекурсивні системи. Чисельна оцінка параметрів моделі на основі одночасних структурних рівнянь пов'язана з проблемою ідентифікації. Якщо ніяка лінійна комбінація рівнянь структурної форми не може привести до рівняння, що має ті самі змінні, як і деяке рівняння в структурній формі, то модель буде ідентифікованою.

**Література:**[6,стр.181,183]

### **Терміни**

симультаивни структурни рівняння, індекс зниження собівартості продукції, вектор, ідентифікації системи, екзогенни і ендогенни змінні

### **Питання для самоконтролю**

- 1.Що називають системою одночасних структурних рівнянь?
- 2.Навести приклади економетричних моделей, які побудовані на основі системи рівнянь?
- 3.Записати в загальному вигляді структурну форму моделі на основі одночасних рівнянь. Пояснити її структуру?
- 4.Що означає зведена форма моделі? Як її отримати?
- 5.Які змінні моделі називають екзогенними, ендогенними?
- 6.Записати умову ідентифікованості системи рівнянь.
- 7.Яка система рівнянь називається точно ідентифікованою?
- 8.Яка система рівнянь називається надідентифікованою?
- 9.Дати визначення рекурсивних систем?

10. Які методи використовуються для оцінки параметрів моделей на основі системи рівнянь?

**Знання:** Системи рівнянь при побудові економетричних моделей, Ідентифікація моделі. Рекурсивні системи

**Уміння:** Узагальнюючі розглянуті моделі, чисельна оцінка параметрів моделі

### **ТЕМА 2.3. Економетричні моделі з якісними пояснювальними змінними**

Якісні змінні в економетричних моделях. При побудові економетричних моделей зустрічаються випадки, коли поряд з факторами, які набувають кількісних значень, мають місце якісні фактори (ознаки). Прикладами якісних факторів можуть бути: стать, сімейний стан, освіта, якість продукції, зміни в економічній політиці, соціологічні опитування, релігія, страйки, війни тощо. Регресійні моделі з кількісними та якісними змінними. Найпростіша лінійна регресійна модель тільки з якісними змінними має вид такої парної регресії (AOV-модель):

$$y_i = \alpha_0 + \alpha_1 d_i + \varepsilon_i$$

Де  $Y_i$  - залежна змінна;  $d_i$  - Dummy -змінна, яка приймає значення 0 або 1;  $\alpha_0$  і  $\alpha_1$  - параметри, які характеризують математичне сподівання залежної змінної в залежності від якісних ознак у групах таких ознак:  $M[y_i / (d_i = 1)] = \alpha_0 + \alpha_1$  або  $M[y_i / (d_i = 0)] = \alpha_0 + \varepsilon_1$  - залишки (випадкові величини).

**Література:** [2, стр.54], [6, стр.192,194]

#### **Терміни**

якісні фактори, відхилення  $\chi^2$  Пірсона, Коефіцієнт взаємної спряженності, dummy –змінни, Chow-тест, Коефіцієнт взаємної спряженності

#### **Питання для самоконтролю**

1. Навести приклад якісних змінних в економетричних моделях?
2. Які якісні змінні називаються dummy -змінними?
3. Яку особливість мають якісні змінні?

4. Яка інформація наводиться у таблицях взаємної співзалежності?
5. За якими показниками оцінюється тіснота зв'язку між змінними на підставі таблиць взаємної співзалежності?
6. Як розраховуються пропорційні теоретичні частоти якісних показників?
7. Що характеризує спряженність  $\chi^2$  Пірсона для якісних показників? Яка умова тісноти зв'язку для  $\chi^2$

**Знання:** Якісні змінні в економетричних моделях, Регресійні моделі з кількісними та якісними змінними

**Уміння:** розраховувати пропорційні теоретичні частоти показників, обчислювати коефіцієнт взаємної спряженності, розраховувати кількісний параметр  $\beta_{ii}$ .