



Робоча програма дисципліни «Економетрика»

СПЕЦІАЛЬНІСТЬ 123 · КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ

БАКАЛАВР

90

Годин

Загальний обсяг дисципліни

3

Кредити ЄКТС

Відповідно до стандарту

3

Модулі

Змістовних блоки курсу

Загальна інформація про дисципліну

Ідентифікація

Назва: Економетрика

Спеціальність: 123 Комп'ютерна інженерія

Освітні програми: Фінанси, банківська справа та страхування в УІСІТ; Облік і оподаткування в УІСІТ

Ступінь: Бакалавр

Обсяг: 90 годин / 3 кредити ЕКТС

Модулів: 3 змістовних блоки

Підсумковий контроль: Залік

Призначення дисципліни

Дисципліна «Економетрика» формує у студентів систему знань щодо кількісного аналізу економічних та фінансових явищ із застосуванням математико-статистичних методів і моделей. Курс охоплює теоретичні основи економетричного моделювання, методи оцінювання параметрів регресійних моделей, аналіз часових рядів та прикладні застосування у сфері фінансів, обліку та страхування.

Дисципліна є базовою для підготовки бакалаврів зі спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія» за освітніми програмами у сфері фінансів та обліку й забезпечує формування необхідних загальних і фахових компетентностей у сфері аналізу даних та прийняття обґрунтованих рішень.

Загальні компетентності

Аналітичне мислення

Здатність до аналізу, синтезу та критичного оцінювання кількісної інформації в економічному та фінансовому контексті: виявлення закономірностей у даних, побудова моделей, формування обґрунтованих висновків та інтерпретація результатів.

Самоорганізація

Уміння самостійно навчатися, планувати роботу та організовувати виконання завдань у визначені строки, зокрема під час підготовки розрахункових робіт, аналітичних записок та роботи з програмним забезпеченням для аналізу даних.

Комунікація

Здатність до усної та письмової фахової комунікації: чітко пояснювати результати економетричного аналізу, аргументовано інтерпретувати моделі, оформлювати звіти та аналітичні висновки на основі статистичних даних.

Командна робота

Відповідальність, ініціативність та готовність до спільного аналізу кейсів, обговорення результатів моделювання і колективного пошуку оптимальних рішень при обробці реальних економічних та фінансових даних.

Студент повинен вміти: аналізувати статистичну та фінансову інформацію; будувати та перевіряти економетричні моделі; планувати власну аналітичну роботу і дотримуватися дедлайнів; коректно інтерпретувати результати моделювання; брати участь у командній роботі з аналізу даних.

Фахові компетентності

Методологія економетрики

Розуміння сутності економетрики, її предмету, завдань та місця серед суміжних наук. Знання класичних припущень лінійної регресійної моделі, методів оцінювання параметрів (МНК, МУЗ) та критеріїв якості побудованих моделей.

Аналіз моделей

Здатність будувати, оцінювати та перевіряти лінійні та нелінійні регресійні моделі, виявляти порушення класичних припущень (гетероскедастичність, автокореляція, мультиколінеарність) та застосовувати методи їх усунення.

Прикладне моделювання

Знання методів аналізу часових рядів, панельних даних, моделей з якісними змінними та уміння застосовувати економетричні методи для розв'язання задач у сфері фінансів, банківської справи, страхування та обліку.

Студент повинен вміти: оцінювати параметри регресійних моделей методом найменших квадратів; перевіряти статистичну значущість коефіцієнтів та якість моделі; діагностувати порушення класичних припущень; будувати моделі прогнозування; використовувати програмні засоби (Python/R/EViews) для економетричного аналізу.

Результати навчання

→ Пояснення економетричних концепцій

Пояснювати сутність ключових понять: регресія, кореляція, МНК, гетероскедастичність, автокореляція, мультиколінеарність, стаціонарність, коінтеграція, панельні дані, логіт/пробіт-моделі.

→ Діагностика та корекція моделей

Перевіряти класичні припущення МНК за допомогою відповідних тестів (Уайта, Бройша-Гоффрі, Вариф Інфляції, Дікі-Фуллера), виявляти порушення та застосовувати методи їх усунення для отримання ефективних оцінок.

→ Побудова та оцінювання моделей

Будувати та оцінювати параметри лінійних і нелінійних регресійних моделей, множинної регресії, моделей з фіктивними змінними, а також моделей для аналізу часових рядів та панельних даних.

→ Прикладний аналіз та прогнозування

Застосовувати економетричні методи для аналізу фінансових даних, кредитного ризику, страхових виплат та облікових показників; будувати прогнозні моделі та оцінювати їх точність; використовувати статистичне програмне забезпечення.

Основи економетрики та регресійний аналіз

Тема 1.1

Предмет, метод та завдання економетрики. Типи економічних даних (перерізні, часові ряди, панельні). Поняття економетричної моделі та етапи її побудови.

Тема 1.2

Проста лінійна регресія. Метод найменших квадратів (МНК): оцінювання параметрів, їх властивості. Перевірка якості моделі: коефіцієнт детермінації R^2 , F-тест, t-тест.

Тема 1.3

Множинна лінійна регресія. Матрична форма МНК. Скоригований R^2 , часткові та множинні коефіцієнти кореляції. Побудова та інтерпретація багатофакторних моделей.

Тема 1.1 — Лекційний матеріал

Предмет, метод та завдання економетрики

Лекція 1 (2 год.): Економетрика як наука: предмет, завдання, місце серед суміжних дисциплін (математична статистика, економічна теорія, інформатика). Класифікація економічних даних: перерізні дані (cross-section), часові ряди (time series), панельні дані (panel data). Поняття економетричної моделі: структурна та зведена форми.

Етапи побудови економетричної моделі: постановка задачі → специфікація моделі → збір та підготовка даних → оцінювання параметрів → перевірка адекватності → інтерпретація результатів → прогнозування. Основні програмні засоби: Python (statsmodels, scikit-learn), R, EViews, STATA.

Ключові питання лекції

- Предмет і завдання економетрики як науки
- Зв'язок економетрики з математичною статистикою та економічною теорією
- Класифікація економічних даних за типами
- Поняття та структура економетричної моделі
- Етапи побудови та верифікації економетричної моделі
- Огляд програмного забезпечення для економетричного аналізу

❏ Основна концепція: економетрика поєднує економічну теорію, математичну статистику та дані для кількісного тестування гіпотез і прогнозування.

Тема 1.1 — Практичне заняття та СРС

Практичне заняття (1 год.)

Завдання 1. Класифікація прикладів економічних даних за типами: перерізні, часові ряди, панельні. Виявлення особливостей кожного типу та відповідних методів аналізу.

Завдання 2. Специфікація економетричної моделі для заданої задачі (наприклад, залежність рівня ВВП від інвестицій та зайнятості): формалізація гіпотез, визначення змінних, вибір функціональної форми.

Завдання 3. Знайомство з програмним середовищем: базові операції в Python (pandas, numpy) або R для завантаження та попередньої обробки економічних даних.

Самостійна робота (4 год.)

- Опрацювання розділу «Предмет та методи економетрики» за посібником Козьменко О. В., Кузьменко О. В. «Економіко-математичні методи і моделі: економетрика» (2023)
- Підготовка конспекту: основні поняття, класифікація даних, етапи побудови моделі
- Самостійне встановлення та налаштування Python/Anaconda або R/RStudio
- Виконання вступних вправ з аналізу даних у обраному програмному середовищі

Очікуваний результат: студент розуміє предмет і завдання економетрики, класифікує типи даних та орієнтується в основних програмних засобах для економетричного аналізу.

Тема 1.2 — Лекційний матеріал

Проста лінійна регресія та метод найменших квадратів

Лекція 2 (2 год.): Специфікація моделі простої лінійної регресії: $Y = \beta_0 + \beta_1 X + \varepsilon$. Класичні припущення МНК (Теорема Гаусса-Маркова): лінійність, екзогенність регресорів, гомоскедастичність, відсутність автокореляції, нормальний розподіл залишків. Оцінювання параметрів β_0 та β_1 методом найменших квадратів: формули, матрична форма.

Якість моделі: коефіцієнт детермінації R^2 та його інтерпретація. Стандартні помилки оцінок. t-тест для перевірки значущості коефіцієнтів. F-тест для перевірки загальної значущості моделі. Довірчі інтервали для коефіцієнтів регресії.

Ключові формули

- $\hat{\beta}_1 = \Sigma(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y}) / \Sigma(x_i - \bar{x})^2$
- $\hat{\beta}_0 = \bar{y} - \hat{\beta}_1 \cdot \bar{x}$
- $R^2 = 1 - SSR/SST = SSE/SST$
- **t-статистика** = $\hat{\beta}_j / SE(\hat{\beta}_j)$
- **F-статистика** = $(R^2/k) / ((1-R^2)/(n-k-1))$

Ключові питання лекції

- Сутність та класичні припущення МНК
- Алгоритм оцінювання параметрів простої регресії
- Критерії якості та значущості регресійної моделі

Тема 1.2 — Практичне заняття та СРС

Практичне заняття (1 год.)

Задача 1. Ручне обчислення параметрів простої лінійної регресії (β_0, β_1) методом МНК за малою вибіркою ($n=10$). Розрахунок R^2 , стандартних помилок, t - та F -статистик.

Задача 2. Побудова моделі простої лінійної регресії у Python (`statsmodels.OLS`) або R (`lm()`). Інтерпретація виводу програми: коефіцієнти, p -значення, R^2 .

Задача 3. Графічний аналіз: побудова діаграми розсіювання, лінії регресії та залишків. Первинна візуальна перевірка виконання припущень МНК.

Самостійна робота (4 год.)

- Опрацювання теоретичного матеріалу з МНК за підручником: Wooldridge J. M. «Introductory Econometrics: A Modern Approach» (7-е вид., 2022) — розділ «Simple Regression Model»
- Виконання розрахункового завдання: побудова та аналіз моделі залежності рентабельності від обсягу активів банків (за відкритими даними НБУ)
- Підготовка таблиці «Класичні припущення МНК: зміст та наслідки порушення»
- Розв'язання типових задач на оцінювання параметрів і перевірку якості моделі (4 задачі)

Очікуваний результат: студент вміє оцінювати параметри простої лінійної регресії методом МНК, перевіряти їх значущість та інтерпретувати якість побудованої моделі.

Тема 1.3 — Лекційний матеріал

Множинна лінійна регресія

Лекція 3 (2 год.): Специфікація моделі множинної лінійної регресії: $Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k + \varepsilon$. Матрична форма МНК: $\hat{\beta} = (X'X)^{-1}X'Y$. Інтерпретація часткових коефіцієнтів регресії.

Скоригований коефіцієнт детермінації $\bar{R}^2$ та його відмінність від R^2 . Порівняння моделей за критеріями Акаїке (AIC) та Байєса (BIC).

Специфікація та відбір змінних: принцип доречності (relevance) та виключення (exclusion). Зайві та пропущені змінні: наслідки для оцінок МНК. Вплив включення/виключення регресора на зміщеність оцінок. Методи відбору змінних: покрокова регресія, критерії інформації.

Ключові формули та концепції

- $\hat{\beta} = (X'X)^{-1}X'Y$ — матрична форма МНК
- $\bar{R}^2 = 1 - (SSR/(n-k-1)) / (SST/(n-1))$ — скоригований R^2
- **AIC** = $2k - 2\ln(L)$ — критерій Акаїке
- **BIC** = $k \cdot \ln(n) - 2\ln(L)$ — критерій Байєса

Ключові питання лекції

- Матрична форма МНК та її властивості
- Інтерпретація часткових коефіцієнтів регресії
- Відбір змінних та критерії якості множинної регресії
- Наслідки пропуску або включення зайвих змінних

Тема 1.3 — Практичне заняття та СРС

Практичне заняття (2 год.)

Задача 1. Побудова моделі множинної лінійної регресії у Python/R для аналізу чинників кредитоспроможності позичальника (дохід, стаж, вік, розмір кредиту). Оцінювання параметрів, перевірка значущості коефіцієнтів.

Задача 2. Порівняння альтернативних специфікацій моделі: розрахунок R^2 , $\bar{R}^2$, AIC, BIC для трьох варіантів набору пояснювальних змінних. Вибір оптимальної специфікації та обґрунтування.

Задача 3. Презентація та інтерпретація результатів: формулювання економічного змісту коефіцієнтів регресії та висновків щодо значущості чинників.

Самостійна робота (4 год.)

- Опрацювання розділу «Множинна лінійна регресія» за посібником Козьменко О. В., Кузьменко О. В. (2023) — теми «Матрична форма МНК», «Скоригований R^2 »
- Виконання розрахункового завдання: побудова та аналіз моделі залежності прибутку підприємства від факторів виробництва
- Складання порівняльної таблиці « R^2 vs $\bar{R}^2$: відмінності та умови застосування»
- Пошук відкритих наборів фінансових даних (НБУ, ukrstat.gov.ua) для самостійного дослідження

Очікуваний результат: студент вміє будувати моделі множинної регресії, оцінювати та інтерпретувати часткові коефіцієнти, порівнювати альтернативні специфікації за критеріями якості.

Порушення класичних припущень та розширені моделі

Тема 2.1

Гетероскедастичність та автокореляція: виявлення, наслідки та методи усунення. Тести Уайта, Бройша-Пагана, Дарбіна-Уотсона, Бройша-Гоффри.

Тема 2.2

Мультиколінеарність: причини, виявлення (VIF, матриця кореляцій), наслідки та методи усунення. Нелінійні регресійні моделі: степенева, логарифмічна, поліноміальна.

Тема 2.3

Фіктивні (дамі) змінні в регресійних моделях. Моделі з обмеженою залежною змінною: логістична регресія (логіт), пробіт-модель та їх застосування у фінансах та страхуванні.

Тема 2.4

Аналіз часових рядів. Стаціонарність та нестаціонарність. Тест Дікі-Фуллера. Автокореляційна та часткова автокореляційна функції. Моделі ARMA/ARIMA.

Тема 2.1 — Лекційний матеріал

Гетероскедастичність та автокореляція

Лекція 4–5 (4 год.): Гетероскедастичність: поняття, причини виникнення (неоднорідність вибірки, масштабний ефект). Наслідки: незміщеність, але неефективність оцінок МНК; некоректні стандартні помилки. Тести на гетероскедастичність: тест Уайта, тест Бройша-Пагана, тест Голдфельда-Квандта. Методи усунення: зважений МНК (GLS), робасні стандартні помилки за Уайтом.

Автокореляція: поняття, причини (часові ряди, інерція економічних процесів). Наслідки для оцінок МНК. Тест Дарбіна-Уотсона, тест Бройша-Гоффрі (LM-тест). Методи усунення: процедура Кокрана-Оркатта, включення лагових змінних.

Ключові формули та тести

- **Тест Дарбіна-Уотсона:** $DW = \sum (e_i - e_{i-1})^2 / \sum e_i^2$; критичні значення d_l та d_u
- **Зважений МНК (GLS):** $\hat{\beta}_{GLS} = (X' \Omega^{-1} X)^{-1} X' \Omega^{-1} Y$
- **Робасні SE Уайта:** $Var(\hat{\beta}) = (X' X)^{-1} (\sum e_i^2 x_i x_i') (X' X)^{-1}$

Графічні методи діагностики

- Графік залишків проти прогнозних значень
- Корелограма залишків (ACF/PACF)
- Q-Q plot для перевірки нормальності залишків

Тема 2.1 — Практичне заняття та СРС

Практичне заняття (1 год.)

Задача 1. Діагностика гетероскедастичності за допомогою тесту Уайта та тесту Бройша-Пагана у Python/R. Застосування робасних стандартних помилок та порівняння результатів із звичайним МНК.

Задача 2. Виявлення автокореляції залишків за тестом Дарбіна-Уотсона та LM-тестом Бройша-Гоффрі для моделі на часових рядах фінансових показників. Усунення автокореляції методом Кокрана-Оркатта.

Задача 3. Графічна діагностика: побудова та інтерпретація графіків залишків, Q-Q plot, ACF/PACF.

Самостійна робота (4 год.)

- Опрацювання розділів «Гетероскедастичність» та «Автокореляція» за посібником Козьменко О. В., Кузьменко О. В. «Економіко-математичні методи і моделі: економетрика» (2023)
- Виконання аналітичного завдання: тестування на гетероскедастичність реальної фінансової моделі (дані НБУ або ukrstat.gov.ua)
- Підготовка порівняльної таблиці «Тести на порушення припущень МНК»
- Розв'язання задач на розрахунок статистики Дарбіна-Уотсона та інтерпретацію результатів (4 задачі)

Очікуваний результат: студент вміє діагностувати гетероскедастичність та автокореляцію, застосовувати відповідні тести та методи усунення цих проблем.

Тема 2.2 — Лекційний матеріал

Мультиколінеарність та нелінійні моделі

Лекція 6 (2 год.): Мультиколінеарність: поняття, причини (включення схожих регресорів, малий обсяг вибірки). Наслідки: роздуті стандартні помилки, нестабільність оцінок, низький t -критерій при високому R^2 . Методи виявлення: матриця попарних кореляцій, фактор інфляції дисперсії (VIF), власні значення матриці $X'X$. Методи усунення: виключення змінних, ридж-регресія (Ridge), головні компоненти (PCA).

Нелінійні регресійні моделі: квадратична та поліноміальна регресія; степенева модель $Y = AX^p$ (лінеаризація логарифмуванням); логарифмічна модель; напів-логарифмічні специфікації (lin-log, log-lin). Інтерпретація коефіцієнтів у логарифмічних моделях як еластичностей.

Ключові формули

- **VIF_j** = $1 / (1 - R^2_j)$ — фактор інфляції дисперсії; $VIF > 10$ вказує на серйозну мультиколінеарність
- **Ridge:** $\hat{\beta}_R = (X'X + \lambda I)^{-1}X'Y$
- **Log-log модель:** $\ln(Y) = \beta_0 + \beta_1 \ln(X) \rightarrow \beta_1 = \text{еластичність}$
- **Log-lin:** $\ln(Y) = \beta_0 + \beta_1 X \rightarrow \beta_1 \approx \% \text{ зміна } Y \text{ при зміні } X \text{ на } 1 \text{ одиницю}$

Умови вибору функціональної форми

- Теоретичне обґрунтування (економічна теорія)
- Розподіл залишків (нормальність, гомоскедастичність)
- Критерії AIC/BIC для конкуруючих специфікацій

Тема 2.2 — Практичне заняття та СРС

Практичне заняття (2 год.)

Задача 1. Виявлення мультиколінеарності у моделі факторів прибутковості підприємств: розрахунок матриці кореляцій та VIF. Порівняння моделей до і після виключення колінеарних змінних.

Задача 2. Побудова та оцінювання нелінійних регресійних моделей: лінійної, квадратичної та логарифмічної специфікацій для одного набору даних. Порівняння якості моделей за $\bar{R}^2$ та AIC.

Задача 3. Аналіз відхилень: виявлення причин мультиколінеарності у реальному наборі фінансових даних та пропозиції щодо реструктуризації моделі.

Самостійна робота (4 год.)

- Опрацювання теоретичного матеріалу за посібником: Heiss F. «Using Python for Introductory Econometrics» (2-е вид., 2024) — глави «Multicollinearity», «Nonlinear Models»
- Виконання аналітичного завдання: порівняння лінійної та логарифмічної специфікацій моделі попиту на страхові продукти
- Підготовка есе: «Мультиколінеарність у фінансових моделях: причини та методи усунення»
- Розв'язання задач на розрахунок VIF та побудову нелінійних регресій (5 задач)

Очікуваний результат: студент вміє виявляти мультиколінеарність, застосовувати методи її усунення та будувати нелінійні регресійні моделі з коректною інтерпретацією коефіцієнтів.

Тема 2.3 — Лекційний матеріал

Фіктивні змінні та моделі з обмеженою залежною змінною

Лекція 7 (2 год.): Фіктивні (**dummy**) змінні: кодування якісних ознак (стать, галузь, регіон, квартал). Пастка фіктивних змінних (**dummy variable trap**): необхідність виключення однієї категорії як базової. Взаємодії між фіктивними та кількісними змінними. Структурні зрушення та тест Чоу.

Моделі з обмеженою залежною змінною: лінійна модель імовірності (LPM) та її недоліки. Логіт-модель: функція розподілу Фермі-Дірака, максимальна правдоподібність (MLE). Пробіт-модель: нормальний розподіл. Граничні ефекти (**marginal effects**). Якість моделей: $\text{pseudo-}R^2$, матриця класифікації, ROC-крива.

Застосування у фінансах та страхуванні

Логіт-модель у фінансах: скорингові моделі кредитного ризику (оцінювання ймовірності дефолту); класифікація клієнтів страхової компанії (ризикові / нейзикові); прогнозування банкрутства (модель Альтмана — логіт-версія).

- **Логіт:** $P(Y=1|X) = 1 / (1 + e^{-X\beta})$
- **Пробіт:** $P(Y=1|X) = \Phi(X\beta)$, де Φ — CDF нормального розподілу
- **Граничний ефект:** $\partial P / \partial X_j = P(1-P) \cdot \beta_j$ (логіт)

Тема 2.3 — Практичне заняття та СРС

Практичне заняття (1 год.)

Задача 1. Побудова моделі множинної регресії з фіктивними змінними: аналіз впливу галузі (промисловість, торгівля, послуги) та розміру підприємства на рентабельність. Інтерпретація коефіцієнтів при дам-і-змінних.

Задача 2. Побудова логіт-моделі кредитного скорингу у Python/R: оцінювання ймовірності дефолту позичальника. Розрахунок граничних ефектів та побудова матриці класифікації.

Задача 3. Оцінювання якості логіт-моделі: $\text{pseudo-}R^2$ Макфаддена, ROC-крива, AUC-показник.

Самостійна робота (4 год.)

- Опрацювання підручника: Wooldridge J. M. «Introductory Econometrics» (7-е вид., 2022) — розділи «Dummy Variables», «Limited Dependent Variable Models»
- Підготовка аналітичної записки: «Застосування логіт-моделей для оцінювання кредитного ризику: сучасна практика українських банків»
- Аналіз відкритих даних Національного банку України щодо кредитних ризиків (bank.gov.ua)
- Розв'язання задач на побудову моделей з фіктивними змінними (4 задачі)

Очікуваний результат: студент вміє коректно включати фіктивні змінні до регресійних моделей, будувати та інтерпретувати логіт і пробіт-моделі для задач класифікації у фінансовій сфері.

Тема 2.4 — Лекційний матеріал

Аналіз часових рядів

Лекція 8–9 (4 год.): Часові ряди: поняття, компоненти (тренд, сезонність, цикл, нерегулярна складова). Стационарність: строга та слабка. Стационарний процес: постійне середнє, дисперсія та автоковаріація. Нестационарні процеси: DS (різницево-стационарний) та TS (трендово-стационарний). Одиничний корінь: $AR(1)$ модель $y_t = \rho y_{t-1} + \varepsilon_t$.

Тест Дікі-Фуллера (DF та ADF): нульова гіпотеза про одиничний корінь; визначення порядку інтеграції $I(d)$. Кointegraція: поняття, тест Енгла-Гренджера. Моделі авторегресії: $AR(p)$, $MA(q)$, $ARMA(p,q)$, $ARIMA(p,d,q)$. Сезонна $SARIMA$ модель.

Ключові концепції

- **ACF** (автокореляційна функція): визначення порядку MA
- **PACF** (часткова ACF): визначення порядку AR
- **ADF-тест:** $\Delta y_t = \alpha + \beta t + \gamma y_{t-1} + \sum \delta_i \Delta y_{t-i} + \varepsilon_t$; $H_0: \gamma=0$
- **Критерії вибору порядку:** AIC, BIC для ARIMA моделей

Прикладне значення

Моделі часових рядів застосовуються для прогнозування курсів валют, фондових індексів, обсягів страхових виплат, кредитного портфелю банків та макроекономічних показників.

Тема 2.4 — Практичне заняття та СРС

Практичне заняття (2 год.)

Задача 1. Аналіз стаціонарності часового ряду (курс USD/UAH або індекс споживчих цін): побудова та аналіз ACF/PACF, проведення ADF-тесту у Python/R. Визначення порядку інтеграції.

Задача 2. Специфікація та оцінювання моделі ARIMA для стаціонаризованого ряду. Вибір порядку (p,d,q) за критеріями AIC та BIC. Перевірка адекватності моделі за залишками (тест Льюнга-Бокса).

Задача 3. Побудова короткострокового прогнозу (6–12 кроків) та оцінювання його точності: RMSE, MAE, MAPE.

Самостійна робота (4 год.)

- Опрацювання підручника: Козьменко О. В., Кузьменко О. В. «Економіко-математичні методи і моделі: економетрика» (2023) — розділ «Динамічні економетричні моделі»
- Аналіз макрофінансових часових рядів (ВВП, інфляція, облікова ставка НБУ) за даними bank.gov.ua та ukrstat.gov.ua
- Підготовка аналітичної записки: «Моделювання та прогнозування валютного курсу: порівняння моделей ARIMA»
- Розв'язання комплексного розрахункового завдання з аналізу часових рядів

Очікуваний результат: студент вміє перевіряти стаціонарність часових рядів, специфікувати та оцінювати моделі ARIMA, будувати прогнози та оцінювати їх точність.

Розширені методи та прикладне економетричне моделювання

Тема 3.1

Системи одночасних рівнянь. Проблема ендогенності та методи інструментальних змінних (IV, 2SLS). Застосування у моделях попиту і пропозиції.

Тема 3.2

Моделі панельних даних. Моделі з фіксованими та випадковими ефектами (FE, RE). Тест Хаусмана. Застосування для аналізу фінансових показників підприємств.

Тема 3.3

Економетрика фінансів і страхування: волатильність, модель GARCH, оцінювання ризику VaR. Актуарна статистика та регресійне моделювання страхових виплат.

Тема 3.4

Прикладне економетричне дослідження: постановка задачі, збір та підготовка даних, побудова моделі, діагностика, інтерпретація та презентація результатів.

Тема 3.1 — Лекційний матеріал

Системи одночасних рівнянь та метод інструментальних змінних

Лекція 10–11 (4 год.): Ендогенність: проблема зміщення оцінок МНК при кореляції регресора з залишком (simultaneity bias, omitted variable bias, measurement error). Системи одночасних рівнянь: структурна та зведена форми. Умова ідентифікації: порядкова та рангова. Нерідентифіковані, точно ідентифіковані та надідентифіковані рівняння.

Метод інструментальних змінних (IV): вимоги до інструментів (relevance + exogeneity). Двокроковий МНК (2SLS): перший крок — регресія ендогенного регресора на інструменти; другий крок — регресія Y на прогнозовані значення. Тест Саргана на валідність інструментів. Тест Хаусмана на ендогенність.

Застосування та ключові формули

Класичний приклад: модель попиту та пропозиції — ціна є ендогенною змінною у рівнянні попиту; інструмент — витрати виробника (впливає на пропозицію, але не на попит безпосередньо).

- **IV оцінка:** $\hat{\beta}_{IV} = (Z'X)^{-1}Z'Y$, де Z — матриця інструментів
- **2SLS перший крок:** $\hat{X} = Z(Z'Z)^{-1}Z'X$
- **2SLS другий крок:** $\hat{\beta}_{2SLS} = (\hat{X}'X)^{-1}\hat{X}'Y$
- **F-тест слабких інструментів:** $F > 10$ (правило Стока-Його)

Тема 3.1 — Практичне заняття та СРС

Практичне заняття (2 год.)

Задача 1. Ідентифікація ендогенності у заданій системі рівнянь (модель кредитного ринку: попит на кредити та пропозиція банків). Визначення ендогенних та екзогенних змінних. Перевірка умови ідентифікації.

Задача 2. Оцінювання рівняння методом 2SLS у Python/R (пакет `linearmodels` або `AER`). Порівняння оцінок 2SLS та МНК. Тест Хаусмана на ендогенність та тест Саргана на валідність інструментів.

Задача 3. Кейс: специфікація системи одночасних рівнянь для моделі попиту та пропозиції на фінансовому ринку України. Формулювання стратегії ідентифікації.

Самостійна робота (4 год.)

- Опрацювання підручника: Wooldridge J. M. «Introductory Econometrics» (7-е вид., 2022) — розділи «Instrumental Variables Estimation», «Simultaneous Equations Models»
- Підготовка реферату: «Метод інструментальних змінних: застосування у фінансових дослідженнях»
- Аналіз емпіричного дослідження, що використовує 2SLS (наукова стаття з відкритого доступу)
- Розв'язання задач на 2SLS (4 задачі)

Очікуваний результат: студент вміє виявляти ендогенність, перевіряти умови ідентифікації системи одночасних рівнянь та оцінювати параметри методом 2SLS.

Тема 3.2 — Лекційний матеріал

Моделі панельних даних

Лекція 12–13 (4 год.): Панельні дані: поняття, переваги (контроль ненаблюдаваної гетерогенності, більший обсяг вибірки, підвищена точність). Збалансовані та незбалансовані панелі. Загальна специфікація: $Y_{it} = X_{it}\beta + \alpha_i + \varepsilon_{it}$, де α_i — індивідуальний ефект.

Модель з фіксованими ефектами (FE): метод «within» (відхилення від індивідуального середнього). Переваги: контроль будь-якої (в т.ч. кореляційної з X_{it}) ненаблюдаваної гетерогенності.

Модель з випадковими ефектами (RE): GLS оцінювання; передбачає відсутність кореляції між α_i та X_{it} . **Тест Хаусмана:** порівняння FE та RE оцінок для вибору специфікації.

Ключові формули та застосування

- **FE оцінка (within):** $\hat{\beta}_{FE} = (\tilde{X}'\tilde{X})^{-1}\tilde{X}'\tilde{Y}$, де $\tilde{X}_{it} = X_{it} - \bar{X}_i$
- **RE оцінка:** $\hat{\beta}_{RE} = \text{GLS}$ з θ -трансформацією
- **Тест Хаусмана:** $H = (\hat{\beta}_{FE} - \hat{\beta}_{RE})'[\text{Var}(\hat{\beta}_{FE}) - \text{Var}(\hat{\beta}_{RE})]^{-1}(\hat{\beta}_{FE} - \hat{\beta}_{RE}) \sim \chi^2(k)$

Прикладне застосування

Аналіз фінансових показників банківської системи (рентабельність, ліквідність, достатність капіталу) за панеллю банків за кілька років; аналіз страхових компаній; оцінювання ефективності облікової політики підприємств.

Тема 3.2 — Практичне заняття та СРС

Практичне заняття (2 год.)

Задача 1. Оцінювання FE та RE моделей для панелі фінансових показників банків України (за відкритими даними НБУ). Інтерпретація індивідуальних ефектів.

Задача 2. Проведення тесту Хаусмана для вибору між FE та RE специфікаціями. Обґрунтування вибору моделі. Перевірка залишків панельної регресії на гетероскедастичність та автокореляцію.

Задача 3. Кейс: порівняльний аналіз ефективності страхових компаній за допомогою панельної регресії. Виявлення чинників, що визначають рентабельність страхового бізнесу.

Самостійна робота (4 год.)

- Опрацювання підручника: Hsiao Ch. «Analysis of Panel Data» (4-е вид., 2022) — розділи «Fixed Effects», «Random Effects», «Hausman Test»
- Підготовка аналітичної записки: «Панельні дані у фінансових дослідженнях: порівняння FE та RE специфікацій»
- Збір та підготовка панелі даних для самостійного дослідження (щонайменше 10 підприємств, 3 роки)
- Розв'язання задач на FE/RE оцінювання та тест Хаусмана (4 задачі)

Очікуваний результат: студент вміє специфікувати та оцінювати моделі панельних даних з фіксованими та випадковими ефектами, проводити тест Хаусмана та інтерпретувати результати.

Тема 3.3 — Лекційний матеріал

Економетрика фінансів і страхування

Лекція 14 (2 год.): Волатильність фінансових активів:

стилізовані факти фінансових часових рядів (важкі хвости, кластеризація волатильності, ефект важеля). Модель ARCH (Енгла, 1982): умовна гетероскедастичність. Модель GARCH(p,q): $\sigma_t^2 = \omega + \sum \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum \beta_j \sigma_{t-j}^2$. EGARCH та GJR-GARCH для асиметричних ефектів.

Оцінювання ризику (VaR): параметричний метод VaR на основі GARCH; тестування зворотного огляду (backtesting). Застосування у страхуванні: регресійні моделі страхових виплат (GLM з гамма-розподілом), актуарна регресія (пойссонівська регресія для частоти збитків).

Ключові формули

- **ARCH(q):** $\sigma_t^2 = \omega + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \dots + \alpha_q \varepsilon_{t-q}^2$
- **GARCH(1,1):** $\sigma_t^2 = \omega + \alpha \varepsilon_{t-1}^2 + \beta \sigma_{t-1}^2$; умова стаціонарності $\alpha + \beta < 1$
- **VaR:** $\text{VaR}_\alpha = \mu - z_\alpha \cdot \sigma_t$ (нормальний розподіл)
- **Пойссонівська регресія:** $E(Y|X) = \exp(X\beta)$

Показники якості прогнозу волатильності

- Тест Купця (Kupiec test) для VaR backtesting
- Тест Крістофферсена на незалежність перевищень

Тема 3.3 — Практичне заняття та СРС

Практичне заняття (2 год.)

Завдання 1. Ідентифікація ARCH-ефектів у часовому ряді дохідностей фінансового активу: тест Енгла на ARCH, аналіз ACF/PACF квадратів залишків. Оцінювання GARCH(1,1) у Python (arch-пакет) або R (rugarch).

Завдання 2. Розрахунок параметричного VaR на основі GARCH(1,1) моделі. Проведення backtesting: порівняння прогнозованого та реалізованого ризику.

Завдання 3. Кейс: побудова GLM-моделі страхових виплат — оцінювання поїссонівської регресії для частоти збитків та гамма-регресії для суми збитку.

Самостійна робота (4 год.)

- Опрацювання підручника: Tsay R. «Analysis of Financial Time Series» — розділи «ARCH Models», «GARCH Models», «Value at Risk»
- Підготовка аналітичної записки: «Моделювання волатильності на українському фондовому ринку за допомогою GARCH-моделей»
- Ознайомлення з відкритими даними Національного банку України (bank.gov.ua) та НКЦПФР (nssmc.gov.ua)
- Підготовка таблиці «Сімейство GARCH-моделей: специфікація та застосування»

Очікуваний результат: студент вміє ідентифікувати та оцінювати GARCH-моделі волатильності, розраховувати VaR та будувати регресійні моделі страхових виплат.

Тема 3.4 — Лекційний матеріал

Прикладне економетричне дослідження

Лекція 15 (2 год.): Методологія прикладного економетричного дослідження: від постановки задачі до оформлення результатів. Критерії вибору методу: тип даних, характер залежності, наявність порушень припущень. Огляд методів, що вивчалися: МНК, GLS, IV/2SLS, логіт/пробіт, ARIMA, GARCH, FE/RE-панельні.

Відтворюваність дослідження: принципи відтворюваних обчислень (reproducible research); Jupyter Notebook та R Markdown для документування аналізу. Вимоги до звітності: опис даних, обґрунтування вибору моделі, подання результатів у таблицях (stargazer, estout), інтерпретація, висновки та обмеження дослідження.

Планування та оцінка дослідження

Система оцінки якості прикладного дослідження:

- Чіткість постановки дослідницького питання та гіпотез
- Обґрунтованість вибору та підготовки даних
- Правильність специфікації та оцінювання моделі
- Повнота діагностики та усунення порушень
- Коректність інтерпретації результатів
- КРІ дослідження: $\bar{R}^2$, коректні стандартні помилки, р-значення, інформаційні критерії

Тема 3.4 — Практичне заняття та СРС

Практичне заняття (2 год.)

Завдання 1. Розробка та презентація міні-дослідження: студенти самостійно обирають дослідницьке питання (з тематики фінансів або обліку), збирають відкриті дані, будують та оцінюють модель, проводять діагностику та формулюють висновки.

Завдання 2. Взаємне рецензування роботи: оцінка коректності вибору моделі, якості діагностики та обґрунтованості висновків за встановленими критеріями.

Завдання 3. Підсумкова дискусія: «Які економетричні методи є найбільш затребуваними у фінансово-аналітичній практиці України?» Систематизація матеріалу курсу.

Самостійна робота (5 год.)

- Опрацювання посібника: Stock J. H., Watson M. W. «Introduction to Econometrics» (4-е вид., 2019) — розділ «The Big Picture of Econometrics»
- Підготовка комплексного аналітичного завдання: прикладне дослідження за власною обраною темою у сфері фінансів, банківської справи, страхування або обліку
- Підготовка презентації результатів дослідження (10–12 слайдів) у форматі наукового звіту
- Систематизація матеріалу всього курсу для підготовки до підсумкового заліку

Очікуваний результат: студент вміє самостійно планувати та реалізовувати прикладне економетричне дослідження, документувати та представляти результати у відповідності до наукових стандартів.

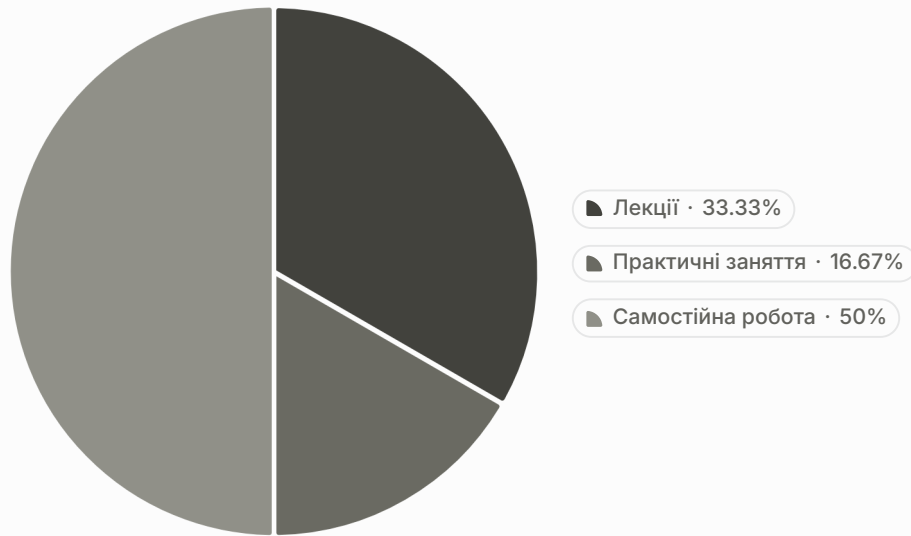
Розподіл навчального часу – 90 годин

Модуль	Тема	Лекції (год.)	Практичні (год.)	СРС (год.)
Модуль 1	Тема 1.1 – Предмет та методи економетрики	2	1	4
	Тема 1.2 – Проста лінійна регресія	2	1	4
	Тема 1.3 – Множинна лінійна регресія	2	2	4
Модуль 2	Тема 2.1 – Гетероскедастичність та автокореляція	4	1	4
	Тема 2.2 – Мультиколінеарність та нелінійні моделі	2	2	4
	Тема 2.3 – Фіктивні змінні та логіт/пробіт	2	1	4
	Тема 2.4 – Аналіз часових рядів	4	2	4
Модуль 3	Тема 3.1 – Системи одночасних рівнянь, IV/2SLS	4	2	4
	Тема 3.2 – Панельні дані (FE, RE)	4	2	4
	Тема 3.3 – Економетрика фінансів і страхування	2	2	4
	Тема 3.4 – Прикладне дослідження	2	2	5
Разом		30	15	45



Загальний обсяг: **90 годин = 3 кредити ЄКТС**. Підсумковий контроль – залік. Розподіл є орієнтовним і може коригуватися відповідно до специфіки навчального процесу.

Структура навчального часу



Коментар до розподілу

Загальний обсяг — **90 годин (3 кредити ЄКТС)** — розподілено між трьома формами роботи для забезпечення балансу між теоретичними засадами та практичними навичками аналізу даних.

Лекції — 30 год. (33,33%)

Системне подання теоретичного матеріалу з економетрики з використанням математичних формул, наочних схем та прикладів аналізу фінансових та економічних даних.

Практичні — 15 год. (16,67%)

Відпрацювання навичок побудови моделей у Python/R, розв'язання задач, аналіз кейсів із фінансової та страхової практики, презентація міні-досліджень.

Самостійна робота — 45 год. (50%)

Поглиблене вивчення методів, виконання розрахункових завдань, робота з реальними даними. Самостійна робота становить **50% обсягу дисципліни**.

Самостійна робота студентів — Детальний опис



Опрацювання літератури

Поглиблене вивчення теоретичного матеріалу за підручниками з економетрики (Wooldridge, Козьменко, Stock&Watson), статтями у фахових виданнях (Економіка та суспільство, Фінанси України). Студент конспектує ключові методи, виводить формули та порівнює альтернативні підходи.



Індивідуальні завдання

Виконання розрахункових завдань (оцінювання МНК, тести на порушення, ARIMA, GARCH); аналітичних завдань (порівняння специфікацій, аналіз фінансових даних); творчих завдань — аналітичні записки, міні-дослідження на реальних даних із застосуванням Python або R.



Робота з інформаційними ресурсами

Опрацювання офіційних баз даних: НБУ (bank.gov.ua), Держстату (ukrstat.gov.ua), НКЦПФР (nssmc.gov.ua), Мінфіну (mof.gov.ua). Використання відкритих репозиторіїв даних (Kaggle, World Bank Open Data) для отримання навчальних наборів даних.



Підготовка до занять

Підготовка до практичних занять (повторення теорії, підготовка коду у Python/R); підготовка до тестувань (формули, алгоритми, критерії тестів); підготовка до модульних контрольних робіт (систематизація знань, розв'язання типових задач).

Форми контролю знань

1

Поточний контроль

Завдання: розрахункові та аналітичні вправи за темами змістовного модуля. Оцінюються регулярність виконання завдань, правильність розрахунків і якість інтерпретації результатів. Поточний контроль формує накопичувальну оцінку протягом семестру. Проводиться після кожної теми у формі тестування (10–15 питань) або усного опитування / перевірки коду.

2

Проміжний контроль

Самостійна робота — комплексне розрахункове або аналітичне завдання, що охоплює теми змістовного модуля: теоретичні питання, розв'язання задач, побудова та діагностика моделей, аналіз реальних даних. Оцінюються повнота відповіді, правильність розрахунків у Python/R та обґрунтованість висновків. Проводиться після завершення кожного змістовного модуля.

3

Підсумковий контроль — Залік

Залік відповідно до навчального плану. Форма проведення — комбіноване тестування (теоретичні питання + розрахункові задачі). Підсумкова оцінка враховує результати поточного, проміжного та підсумкового контролю відповідно до встановленої шкали: **100-бальна система** з переведенням у національну шкалу та ЄКТС (A, B, C, D, E, FX, F).

Методи викладання

Викладання дисципліни «Економетрика» поєднує класичні академічні та сучасні інтерактивні методи, що забезпечує формування як міцної теоретичної бази, так і практичних навичок кількісного аналізу, необхідних для майбутньої професійної діяльності у сфері фінансів, банківської справи, страхування та обліку.

Лекції

Системне подання теоретичного матеріалу з використанням математичних виведень, наочних схем та прикладів із фінансової практики; студенти ведуть конспекти та задають уточнювальні запитання.

Кейс-стаді

Аналіз реальних економічних та фінансових ситуацій: оцінювання кредитного ризику, аналіз волатильності активів, моделювання страхових виплат. Студенти будують моделі та інтерпретують результати.

Практичні задачі

Розрахункові вправи за темами (оцінювання МНК, тести на порушення, ARIMA, логіт); відпрацювання алгоритмів розв'язання та реалізація у Python/R.

Дискусії

Обговорення актуальних проблем: вибір специфікації моделі, інтерпретація суперечливих результатів, обмеження методів. Розвиток критичного мислення та навичок аргументації.

Комп'ютерний практикум

Реалізація економетричних методів у Python (statsmodels, arch, linearmodels) або R (lm, plm, rugarch). Формування навичок відтворюваного аналізу даних у Jupyter Notebook або R Markdown.

Самостійне дослідження

Підготовка аналітичних записок, міні-рефератів та презентацій прикладних досліджень на реальних фінансових даних; розвиток навичок самостійного пошуку та опрацювання інформації.



Усі методи спрямовані на формування компетентностей, передбачених освітніми програмами спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія» в галузі фінансів, обліку та страхування.

Рекомендована література та ресурси

Підручники та навчальні посібники (2022–2024 pp.)

1

Козьменко О. В., Кузьменко О. В.
Економіко-математичні методи і моделі: економетрика : навч. посіб. — Суми : Університетська книга, 2023. — 406 с.

2

Wooldridge J. M.
Introductory Econometrics: A Modern Approach. — 7th ed. — Mason : Cengage Learning, 2022. — 789 p.

3

Heiss F.
Using Python for Introductory Econometrics. — 2nd ed. — [S. l.] : urfie.net, 2024. — Режим доступу: www.urfie.net (відкритий доступ).

4

Hsiao Ch.
Analysis of Panel Data. — 4th ed. — Cambridge : Cambridge University Press, 2022. — 560 p.

5

Stock J. H., Watson M. W.
Introduction to Econometrics. — 4th ed. — Pearson Education, 2019. — 858 p. (актуальне видання, що широко використовується у 2022–2024 pp.)

6

Zivot E., Wang J.
Modeling Financial Time Series with S-Plus / R. — 2nd ed. — Springer, 2022. — 1002 p.

7

Tsay R. S.
Analysis of Financial Time Series. — 3rd ed. — Wiley, 2023 (перевидання). — 720 p.

8

Cunningham S.
Causal Inference: The Mixtape. — New Haven : Yale University Press, 2023 (2nd printing). — Режим доступу: mixtape.scunning.com (відкритий доступ).

Нормативно-правова база

- **Стандарти фінансової звітності (МСФЗ)**
mof.gov.ua — офіційний переклад МСФЗ
- **Закон України «Про бухгалтерський облік та фінансову звітність»**
zakon.rada.gov.ua/laws/show/996-14
- **Регуляторні вимоги НБУ до банків**
bank.gov.ua

Офіційні ресурси та фахові видання

Національний банк України bank.gov.ua	Державна служба статистики ukrstat.gov.ua
НКЦПФР (фондовий ринок) nssmc.gov.ua	Міністерство фінансів України mof.gov.ua
Журнал «Економіка та суспільство» economyandsociety.in.ua	World Bank Open Data data.worldbank.org
Kaggle — набори даних kaggle.com/datasets	