

**ДЕРЖАВНИЙ ТОРГОВЕЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ**

Система забезпечення якості освітньої діяльності та якості вищої освіти сертифікована на відповідність ДСТУ ISO 9001:2015 / ISO 9001:2015

Кафедра статистики та економетрії

ЗАТВЕРДЖЕНО

Вченою радою ДТЕУ

(пост. п. 11 від «28» 09 2023 р.)

Ректор



Анатолій МАЗАРАКІ

**СТАТИСТИЧНІ МЕТОДИ АНАЛІЗУ ТА
ПРОГНОЗУВАННЯ /
STATISTICAL METHODS OF ANALYSYS AND
FORECASTING**

**ПРОГРАМА /
COURSE SUMMARY**

Київ – 2023

*Розповсюдження і тиражування без офіційного дозволу ДТЕУ
заборонено*

Автори: В.В. РЯЗАНЦЕВА, кандидат фізико-математичних наук,
доцент

А.Ю. ЧОРНИЙ, кандидат економічних наук, доцент

Програму розглянуто і схвалено на засіданні кафедри статистики та
економетрії 14 вересня 2023 р., протокол №2.

Рецензенти: С. І. ПИРОЖКОВ, доктор економічних наук, професор,
академік НАН України, зав. кафедри статистики та економетрії
Г. В. БЛАКИТА, доктор економічних наук, професор,
зав. кафедри економіки та фінансів підприємства

**СТАТИСТИЧНІ МЕТОДИ АНАЛІЗУ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ/
STATISTICAL METHODS OF ANALYSYS AND FORECASTING**

**ПРОГРАМА /
COURSE SUMMARY**

ВСТУП

Програма дисципліни «Статистичні методи аналізу та прогнозування» призначена для здобувачів третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти доктор філософії з економіки за спеціальністю 051 «Економіка», галузі знань 05 «Соціальні та поведінкові науки».

Програму підготовлено відповідно до Стандарту вищої освіти України та освітньо-наукової програми підготовки здобувачів третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти ДТЕУ із зазначеної спеціальності.

Програма складається з таких розділів:

1. Мета, завдання та предмет дисципліни.
2. Передумови вивчення дисципліни як вибіркової компоненти освітньої програми.
3. Результати вивчення дисципліни.
4. Зміст дисципліни.
5. Список рекомендованих джерел.

1. МЕТА, ЗАВДАННЯ ТА ПРЕДМЕТ ДИСЦИПЛІНИ

Метою дисципліни є вивчення основних теоретичних і практичних положень побудови математико-статистичних моделей складних процесів та практичного використання результатів аналізу для забезпечення наукових висновків та гіпотез, розроблення прогнозів стану об'єктів дослідження.

Основним *завданням* дисципліни є набуття здобувачами системних знань і навичок щодо практичного статистичного аналізу результатів масових процесів, створенню математико-статистичних моделей досліджуваних явищ, аналізу відповідності створених моделей досліджуваним процесам, прогнозування розвитку процесів, класифікації об'єктів, вимірюванню складних соціально-економічних категорій що дозволить перевіряти висунуті наукові гіпотези та обґрунтовувати отримані наукові висновки.

Предметом дисципліни є методи і моделі статистичного аналізу та розроблення прогнозів досліджуваних явищ і процесів.

2. ПЕРЕДУМОВИ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ ЯК ВИБІРКОВОЇ КОМПОНЕНТИ ОСВІТНЬОЇ ПРОГРАМИ

Знання:

- основ математики та статистики (основ математичних операцій, збору та узагальнення статистичних даних);
- основних програмних засобів (операційна система Windows, вільно працювати з офісними додатками Microsoft Word, Excel);

Вміння:

- здійснювати елементарні математичні розрахунки;
- отримувати результати власних спостережень або інформаційних джерел;

- вводити статистичні дані до Microsoft Excel, баз даних.

3. РЕЗУЛЬТАТИ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Дисципліна «Статистичні методи аналізу та прогнозування», як вибіркова компонента освітньої програми, забезпечує оволодіння здобувачами загальними та фаховими компетентностями і досягнення ними програмних результатів навчання за відповідною освітньо-науковою програмою:

Економіка (третього освітньо-наукового рівня вищої освіти з економіки)

| Номер в освітній програмі | Зміст компетентності | Номер теми, що розкриває зміст компетентності |
|---|---|---|
| <i>Загальні компетентності за освітньою програмою</i> | | |
| ЗК 02 | Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел, її систематизації, узагальнення та формулювання відповідних висновків. | 1-3 |
| <i>Спеціальні (фахові) компетентності за освітньою програмою</i> | | |
| СК03 | Здатність використовувати сучасні методології, методи та інструменти емпіричних і теоретичних досліджень у сфері економіки, методи комп'ютерного моделювання, сучасні цифрові технології, бази даних та інші електронні ресурси, спеціалізоване програмне забезпечення у науковій та науково-педагогічній діяльності. | 2-8 |
| СК06 | Здатність обґрунтовувати та готувати економічні рішення на основі розуміння закономірностей розвитку соціально-економічних систем і процесів на мікро-, мезо-, макро- та мегаекономічному рівні, в тому числі із застосуванням математичних методів та моделей. | 2-8 |
| <i>Програмні результати навчання за освітньою програмою</i> | | |
| РН 01 | Мати передові концептуальні та методологічні знання з економіки, управління соціально-економічними системами різного рівня і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення фундаментальних і прикладних досліджень на рівні світових досягнень з відповідного напрямку. | 2-8 |
| РН 03 | Розробляти та досліджувати фундаментальні та прикладні моделі соціально-економічних процесів і систем, ефективно використовувати їх для отримання нових знань та/або створення інноваційних продуктів у економіці та дотичних міждисциплінарних напрямках. | 4-8 |
| РН 04 | Застосовувати сучасні інструменти і технології пошуку, оброблення та аналізу інформації, зокрема, статистичні методи аналізу великих масивів даних та/або складної структури, спеціалізоване програмне забезпечення та інформаційні системи. | 1, 5-7 |
| РН 10 | Володіти підходами та інструментарієм дослідження мікро-, мезо-, макро- та мегаекономічних систем, | 1-3, 7-8 |

| Номер в освітній програмі | Зміст компетентності | Номер теми, що розкриває зміст компетентності |
|---------------------------|---|---|
| | визначати ключові детермінанти та індикатори їх розвитку. | |

4. ЗМІСТ ДИСЦИПЛІНИ

Тема 1. Методологічні основи статистичного аналізу та прогнозування

Теоретичні основи статистичного аналізу, моделювання та прогнозування масових процесів. Імовірнісний характер масових процесів та його значення для прийняття наукових висновків.

Використання статистичних методів для побудови математико-статистичних моделей досліджуваних явищ та процесів.

Сутність і використання прогнозів у науковій діяльності, процес прогнозування та його основні етапи. Принципи розроблення прогнозів. Класифікація прогнозів.

Імовірнісні моделі законів розподілу. Закони розподілу дискретних величин. Закони розподілу неперервних величин. Нормальний закон розподілу та його властивості. Параметри законів розподілів. Типи статистичних даних. Відповідність статистичних даних і методів їх аналізу.

Джерела даних для статистичного аналізу. Результати бізнес-процесів підприємств як внутрішні джерела даних. Інформаційне забезпечення їх отримання, збереження та обробки. Бази та сховища даних (*Date Warehousing*). Зростання обсягів та розмірності даних (*Big Data*) та (*Fat Data*).

Результати наукових експериментів як джерела статистичних даних.

Зовнішні джерела даних: державна статистична інформація, маркетингові дослідження, обстеження ділової кон'юнктури, зовнішні бази даних: Світового банку, Світової організації торгівлі, ООН, Евростату.

Використання даних державної (офіційної) статистики у наукових дослідженнях, правові засади та інформаційні можливості їх використання. Форми статистичної звітності.

Можливості та порядок отримання статистичної інформації у вітчизняних органах державної статистики.

Список рекомендованих джерел

Основний: 1[с.8-36], 2[с.8-43], 3[с.8-25], 4[с.6-15].

Додатковий: 1, 8

Інтернет-джерела: 1, 2.

Тема 2. Статистичне оцінювання параметрів масових процесів та основи статистичного висновку. Статистична перевірка гіпотез

Вибіркова сукупність як джерело даних, що представляє об'єкт дослідження для статистичного аналізу та моделювання. Визначення мінімально необхідного обсягу вибірки для проведення наукових досліджень.

Статистичні параметри розподілів показників масових процесів та їх оцінювання. Оцінювання статистичних параметрів із заданою ймовірністю.

Статистичні гіпотези щодо розподілів показників досліджуваних процесів. Принципи їх перевірки та формулювання статистичного висновку. Основні статистичні гіпотези та критерії їх перевірки.

Параметричні критерії перевірки гіпотез.

Непараметричні критерії перевірки гіпотез.

Дисперсійний аналіз та його застосування в наукових дослідженнях.

Застосування пакетів середовища програмування і графіки **R** для статистичного оцінювання та перевірок гіпотез щодо параметрів масових процесів.

Список рекомендованих джерел

Основний: 1[с.164-176], 2[с.43-81], 3[с.26-61].

Додатковий: 1, 7, 8.

Інтернет-джерела: 1, 2.

Тема 3. Статистичне моделювання взаємозв'язків показників та результатів експериментів

Поняття кореляції, причинності, причинно-наслідкових відношень, регресії.

Кореляційний аналіз. Кореляційне поле, лінійний коефіцієнт кореляції, його інтерпретація та перевірка значущості. Непараметричні методи аналізу зв'язків: рангові коефіцієнти кореляції та коефіцієнти оцінки зв'язку якісних ознак (представлених двома та кількома варіантами), їх інтерпретація та перевірка значущості.

Моделювання причинно-наслідкових взаємозв'язків досліджуваних процесів. Поняття простої та множинної (багатофакторної) регресії. Оцінка параметрів регресії звичайним методом найменших квадратів (МНК). Перевірка адекватності побудованих моделей. Інтерпретація отриманих результатів.

Порушення припущень МНК: мультиколінеарність, гетероскедастичність та автокореляція залишків моделі, їх виявлення та методичні підходи щодо усунення.

Критерії та підходи для знаходження оптимальної моделі. Покрокова регресія та отримання найкращої структури регресійної моделі. Інформаційні критерії: критерій Акайке, Шварта, критерій Байеса.

Нелінійна регресія: приведення до лінійної форми моделей, логарифмування, прогнозування на основі нелінійних моделей.

Основні поняття теорії планування експерименту: план, фактор, рівень фактора. Повний факторний експеримент. Ефекти взаємодії факторів.

Дробові факторні експерименти. Дробова репліка.

Статистичне моделювання залежностей за результатами планованого експерименту.

Перевірка відповідності моделей за результатами експерименту. Метод статистичних випробувань (Монте-Карло). Використання результатів експериментів для дослідження залежних показників.

Приклади використання кореляційного, регресійного аналізу та планованих експериментів для виявлення структурних залежностей та оптимізації досліджуваних показників в економіці, фінансах, технологічних дослідженнях.

Застосування пакетів середовища програмування і графіки **R** для аналізу та моделювання взаємозв'язків досліджуваних показників.

Список рекомендованих джерел

Основний: 1[с.41-78], 2[с.81-155], 3[с.61-74]].

Додатковий: 1, 2, 3, 4, 5, 9, 10, 11.

Інтернет-джерела: 1, 2.

Тема 4. Аналіз одновимірних часових рядів та їх прогнозування

Сутність часових рядів та їх відмінності від рядів розподілу. Методи аналізу компонент часових рядів: трендова, сезонна, циклічна та випадкова складові часових рядів. Виявлення основної тенденції розвитку: трендові моделі часових рядів; типи трендових моделей. Оцінювання сезонної компоненти. Тренд-сезонна декомпозиція. Спектральний аналіз циклічної компоненти.

Статистичні показники точності прогнозів (MAD, RMSE, MAPE).

Прогнозування на основі методів згладжування часових рядів. Наївна модель. Методи середніх ковзних (прості і зважені). Методи експоненціального згладжування: просте експоненційне згладжування. Подвійне експоненційне згладжування Брауна. Модель Хольта (подвійне експоненційне згладжування). Потрійне експоненційне згладжування Хольта-Уінтерса та Тейла-Уейджа. Вибір оптимальних параметрів згладжування.

Поняття стаціонарного часового ряду. Тестування на наявність одиничного кореня. Нестаціонарні динамічні ряди. Приведення ряду до стаціонарного.

Моделі стаціонарних часових рядів. Функція автокореляції. Модель авторегресії (AR) та її поширення. Модель ковзного середнього (MA). ARMA-процес. Прогнозування на основі ARMA-моделей: прогнозування на основі залишків, прогнозування на основі лагових змінних.

Аналіз часових рядів Бокса-Дженкінса: ідентифікація моделі ARIMA-моделей, оцінка моделі, діагностика моделі, аналіз залишків, порівняння моделей, числові критерії адекватності моделей.

Нелінійні моделі динамічних рядів. Моделі авторегресійної умовної гетероскедастичності: ARCH, GARCH, TGARCH та інші, умови їх застосування та аналізу. Оцінювання параметрів моделей зі змінною дисперсією та

особливості їх прикладного застосування в аналізі фінансових процесів та ринків.

Приклади аналізу та прогнозування одновимірних фінансово-економічних процесів, а саме: основних макроекономічних показників, цін, валютних курсів тощо.

Застосування пакету *GRET*L та пакетів середовища програмування і графіки *R* для аналізу одновимірних часових рядів, створення їх моделей та розроблення прогнозів.

Список рекомендованих джерел

Основний: 1[с.51-101], 3[с.82-85], 4[с.6-46, с.98-143].

Додатковий: 2, 3, 4, 5, 9, 10, 11.

Інтернет-джерела: 1, 2.

Тема 5. Аналіз та прогнозування багатовимірних часових рядів

Багатовимірні динамічні моделі часових рядів. Хибна регресія. Причинність за Гренджером. Коінтеграція та критерії її виявлення. Тест перевірки часових рядів на коінтеграцію Гренджера. Тест перевірки часових рядів на коінтеграцію Йохансена.

Моделі векторної авторегресії. Оцінка стаціонарних VAR-моделей. Імпульсний аналіз відгуку ряду від шоку. Розкладання дисперсії відгуку. Прогнозування на основі VAR-моделей. Структурний аналіз на основі VAR-моделей (структурні моделі векторної авторегресії).

Застосування коінтеграції для представлення моделі корекції похибок.

Моделювання часових рядів при зміні економічної ситуації (структурних змінах). Економічний аналіз на основі моделей зі зміною економічних ситуацій.

Приклади моделювання систем макроекономічних показників для визначення впливу політики державних органів та зовнішніх факторів з метою аналізу можливих сценаріїв розвитку, розроблення прогнозів.

Застосування пакету *GRET*L та пакетів середовища програмування і графіки *R* для створення моделей систем взаємозалежних часових рядів та аналізу і прогнозування на їх основі.

Список рекомендованих джерел

Основний: 1 [с.91-111], 4[с.85-130], 5[с.6-25].

Додатковий: 2, 4, 9, 10, 11.

Інтернет-джерела: 1, 2.

Тема 6. Моделі панельних даних

Особливості панельних даних та їх значення у наукових дослідженнях. Структура панельних даних: приховані змінні та індивідуальні ефекти.

Створення та аналіз моделей з фіксованими ефектами: оцінювання коефіцієнтів моделі, перевірка значущості групових ефектів, оцінювання «в межах груп» і «між групами».

Моделі з випадковими ефектами. Оцінювання узагальненим методом найменших квадратів. Перевірка значущості випадкових ефектів. Тест Хаусманна для порівняння моделей з різними типами ефектів.

Дослідження стаціонарності моделей з панельними даними. Прогнозування на основі моделей панельних даних.

Приклади використання моделей панельних даних в аналізі груп підприємств, регіонів, країн.

Застосування пакетів середовища програмування і графіки **R** для створення панельних даних, моделювання та прогнозування залежностей між змінними на основі цих даних.

Список рекомендованих джерел

Основний: 3[с.74-139].

Додатковий: 2.

Інтернет-джерела: 1, 2.

Тема 7. Статистичні моделі класифікації у науковій діяльності

Моделі класифікації у науковій діяльності. Однорідність і типологія. Поняття однорідності сукупності. Методологічний принципи класифікації. Забезпечення інформаційної однорідності показників. Відстань у багатовимірному просторі. Матриця відстаней.

Багатовимірне ранжування. Етапи конструювання інтегральної оцінки. Таксономічний показник рівня розвитку.

Класифікація без навчальної вибірки. Кластерні процедури класифікації. Ієрархічні методи класифікації. Метод k -середніх. Критерії якості класифікації.

Класифікація на основі навчальної вибірки. Дискримінантна функція та оцінювання її параметрів. Класифікація на основі дискримінантної функції.

Спеціальні моделі регресії: логіт і пробіт-моделі та прогнозування бінарної змінної. Класифікація на основі спеціальних моделей регресії. Порівняльний аналіз методів класифікації у науковій діяльності.

Приклади використання моделей класифікації відповідно до переліку питань паспортів наукових спеціальностей здобувачів.

Застосування пакетів середовища програмування і графіки **R** для класифікації одиниць досліджуваних об'єктів статистичними методами.

Список рекомендованих джерел

Основний: 3[с.160-187].

Додатковий: 1, 8, 11.

Інтернет-джерела: 1, 2.

Тема 8. Статистичні методи зменшення розмірності та моделі латентних змінних у наукових дослідженнях

Поняття латентних змінних. Методологічні принципи побудови моделей латентних змінних. Причинні та відображаючи спостережувані індикатори латентних змінних.

Виявлення латентних соціально-економічних факторів. Метод головних компонент. Підтверджуючий факторний аналіз.

Моделі структурних рівнянь з латентними змінними. Етапи створення моделей. Методи оцінювання параметрів моделей з латентними змінними. Показники якості та аналізу відповідності моделей.

Латентні змінні як інтегральні оцінки невідчутних показників підприємств (іміджу, задоволеності споживачів, лояльності).

Приклади моделювання психологічних, соціально-економічних, фінансово-економічних інтегральних показників як латентних величин.

Застосування пакетів середовища програмування і графіки **R** для зменшення розмірності простору досліджуваних ознак та моделювання латентних змінних у наукових дослідженнях.

Список рекомендованих джерел

Основний: 2[с.184-202], 3[с.214-242].

Додатковий: 1, 9.

Інтернет-джерела: 1, 2.

5. СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

Основний

1. *Економічні дослідження (методологія, інструментарій, організація, апробація) : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / за ред. А.А. Мазаракі. – 2-ге вид., допов. – К. : Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2011. – 296 с.*
2. *Бахрушин В.Є. Методи аналізу даних : навч.-метод. посіб. Запоріжжя: КПУ, 2011. 268 с.*
3. *Козак Ю. Г., Мацкул. Ю. Г. Математичні методи та моделі для магістрів з економіки. Практичні застосування. Навч. посіб. К.: Центр учбової літератури, 2017. 254 с.*
4. *Лук'яненко І. Г., Жук В. М. Аналіз часових рядів. Частина перша : Побудова ARIMA, ARCH/GARCH моделей з використанням пакета E.Views 6.0. : практичний посібник для роботи в комп'ютерному класі . Нац. ун-т "Києво-Могилян. акад.". К. : [НаУКМА], 2013. 187 с.*
5. *Лук'яненко І. Г., Жук В. М. Аналіз часових рядів. Частина друга : побудова VAR і VECM моделей з використанням пакета E.Views 6.0 : практичний посібник для роботи в комп'ютерному класі . Нац. ун-т "Києво-Могилян. акад.". К. : [НаУКМА], 2013. 174 с.*

Додатковий

1. *Пономаренко В. С., Малярець. Л. М. Багатовимірний аналіз соціально-економічних систем : навч. пос. Харків : Вид. ХНЕУ, 2009. 384 с.*

2. Грін Вільям Г. *Економетричний аналіз : підручник / Пер. з англ. А. Олійник, Р. Ткачук. К.: Видавництво Соломії Павличко «Основи», 2005. 1197 с.*
3. Касьяненко, В.О., Старченко Л.В. *Моделювання та прогнозування економічних процесів : навч. посіб. Суми : Університетська книга, 2006. 185 с.*
4. GNU Regression, Econometrics and Time-Series Library
Режим доступу: <https://gretl.sourceforge.net/>
5. *Моделі і методи соціально-економічного прогнозування: підручник / В.М. Геєць, Т.С. Клебанова, О.І. Черняк та ін., 2-е вид. Х.: ВД «ІНЖЕК», 2008. 396 с.*
6. *Майборода Р.Є., Сугакова О.В. Аналіз даних за допомогою пакета R. Київ: СамВидав, 2015. 65 с.*
7. *Мамчич Т., Оленко А., Осипчук М., Шпортюк В. Статистичний аналіз даних з пакетом STATISTICA. Дрогобич: Відродження, 2006. 208 с.*
8. *Чорний А.Ю. Статистика якості. Практикум : навч. посіб. К.: Київ. нац. торг.- екон. ун-т. 2011. 264 с.*
9. *Hanck, Arnold, Gerber, Schmelzer 2018. Introduction to Econometrics with R. 2019. - Режим доступу: <https://www.econometrics-with-r.org>.*
10. *Heiss F. Using R for Introductory Econometrics. 2016. Режим доступу: <http://www.urfie.net/read/>*
11. *Hyndman Rob J. Forecasting: principles and practice: free online textbook
Режим доступу: <https://www.otexts.org/fpp>*

* Курсивом виділені джерела, що є у бібліотеці ДТЕУ або у вільному доступі в Інтернет.

Список Інтернет – ресурсів

1. <http://gretl.sourceforge.net/index.html> — сайт спільноти пакету економетричного моделювання *GRET*L.
2. <http://www.r-project.org/> – Інтернет-сайт середовища програмування і пакетів статистичних програм і графіки *R*.