

Міністерство освіти і науки України
Центральноукраїнський національний технічний університет

*Економічний факультет
Кафедра маркетингу та економічної теорії*

ЕКОНОМЕТРИКА ТА ОПТИМІЗАЦІЙНІ МЕТОДИ І МОДЕЛІ

методичні рекомендації до вивчення дисципліни
для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
всіх форм навчання за спеціальністю D5 “Маркетинг” ОПП «Маркетинг»

Міністерство освіти і науки України
Центральноукраїнський національний технічний університет

*Економічний факультет
Кафедра маркетингу та економічної теорії*

ЕКОНОМЕТРИКА ТА ОПТИМІЗАЦІЙНІ МЕТОДИ І МОДЕЛІ

методичні рекомендації до вивчення дисципліни
для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
всіх форм навчання за спеціальністю D5 “Маркетинг” ОПП «Маркетинг»

Затверджено
на засіданні кафедри МЕТ
Протокол № 10 від 15.02.2026 р.

Економетрика та оптимізаційні методи і моделі: методичні вказівки до вивчення дисципліни для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти всіх форм навчання за спеціальністю D5 “Маркетинг” ОПП «Маркетинг» / [укл. к.е.н., доц. М.М. Загреба]. Кропивницький: ЦНТУ, 2026. 24 с.

Укладачі: Загреба М.М.– к.е.н., доцент кафедри МЕТ

Рецензент: Вишневська В.А. – к.е.н., доцент кафедри МЕТ

ЗМІСТ

Вступ	4
1. Структура навчальної дисципліни	5
2. Програма навчальної дисципліни	6
3. Тематика індивідуальних завдань з навчальної дисципліни	13
4. Контрольні питання з навчальної дисципліни	19
5. Рекомендована література	22

ВСТУП

Мета дисципліни: сформувати у майбутнього фахівця систему знань з методології та інструментарію побудови і використання різних типів економіко-математичних моделей.

Завдання дисципліни: вивчення основних принципів та інструментарію постановки економічних задач, побудови економіко-математичних моделей, методів їх розв'язування та аналізу з метою практичного використання.

Предметом навчальної дисципліни є методологія та інструментарій побудови і розв'язування детермінованих оптимізаційних задач. Об'єктом вивчення дисципліни є соціально-економічні системи, економіка та її підрозділи, окремі господарські одиниці, процеси, які в них відбуваються.

У результаті вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти повинен отримати:

Загальні компетентності

ЗК3. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК6. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК7. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК8. Здатність до проведення досліджень на відповідному рівні.

Програмні результати навчання

ПРН3. Застосовувати набуті теоретичні знання для розв'язання практичних завдань у сфері маркетингу.

ПРН4. Збирати та аналізувати необхідну інформацію, розраховувати економічні та маркетингові показники, обґрунтовувати управлінські рішення на основі використання необхідного аналітичного й методичного інструментарію.

ПРН5. Виявляти й аналізувати ключові характеристики маркетингових систем різного рівня, а також особливості поведінки їх суб'єктів.

ПРН8. Застосовувати інноваційні підходи щодо провадження маркетингової діяльності ринкового суб'єкта, гнучко адаптуватися до змін маркетингового середовища.

ПРН10. Пояснювати інформацію, ідеї, проблеми та альтернативні варіанти прийняття управлінських рішень фахівцям і нефахівцям у сфері маркетингу, представникам різних структурних підрозділів ринкового суб'єкта.

ПРН12. Виявляти навички самостійної роботи, гнучкого мислення, відкритості до нових знань, бути критичним і самокритичним.

ПРН14. Виконувати функціональні обов'язки в групі, пропонувати обґрунтовані маркетингові рішення.

1. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назви тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Змістовий модуль 1. Оптимізаційні методи і моделі												
Тема 1. Концептуальні аспекти математичного моделювання економіки	4	2	-	-	-	2	4	-	-	-	-	4
Тема 2. . Постановка задачі лінійного програмування та методи її розв'язування	6	2	2	-	-	2	6	2	2	-	-	2
Тема 3. Графічний та симплексний методи розв'язування задач лінійного програмування	6	2	2	-	-	2	6	2	2	-	-	2
Тема 4. Двоїстість у задачах лінійного програмування	6	2	2	-	-	2	6	-	-	-	-	6
Тема 5. Оптимізаційні економіко-математичні моделі	6	2	2	-	-	2	6	-	-	-	-	6
Тема 6. Цілочислове програмування: постановка задачі та методи її розв'язування	4	2	-	-	-	2	4	-	-	-	-	4
Тема 7. Транспортна задача лінійного програмування	6	2	2	-	-	2	6	-	-	-	-	6
Тема 8. Нелінійні оптимізаційні моделі економічних систем	3	-	-	-	-	3	3	-	-	-	-	3
Тема 9. Моделі динамічного та стохастичного програмування	3	-	-	-	-	3	3	-	-	-	-	3
Тема 10. Концептуальні засади аналізу та управління ризиком в економіці	4	2	-	-	-	2	4	-	-	-	-	4
Тема 11. Методи кількісного оцінювання ступеню ризику	4	2	-	-	-	2	4	-	-	-	-	4
Змістовий модуль 2. Економетрика												
Тема 12. Основи економетричного моделювання	4	2	-	-	-	2	4	-	-	-	-	4

Тема 13. Елементи матричних перетворень	4	2	-	-	-	2	4	-	-	-	-	4
Тема 14. Парна лінійна регресія в економетричному моделюванні	6	2	2	-	-	2	6	2	2	-	-	4
Тема 15. Множинна лінійна регресія в економетричному моделюванні	6	2	2	-	-	2	6	-	-	-	-	6
Тема 16. Мультиколінеарність та гетероскедастичність в економетричних моделях	6	2	2	-	-	2	6	-	-	-	-	6
Тема 17. Автокореляція в економетричних моделях динаміки	4	2	-	-	-	2	4	-	-	-	-	4
Тема 18. Економетричні моделі розподіленого лагу та аналізу часових рядів	4	2	-	-	-	2	4	-	-	-	-	4
Тема 19. Економетричні моделі на основі структурних рівнянь	4	-	-	-	-	4	4	-	-	-	-	4
ІНДЗ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Екзамен	30						30					
Усього годин	120	32	16	-	-	42	120	6	6	-	-	78

2. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

І модуль

Тема 1. Концептуальні аспекти математичного моделювання економіки

Моделювання як метод наукового пізнання. Сутність моделювання, особливості та принципи математичного моделювання економіки.

Математична модель та її основні елементи.

Елементи класифікації економіко-математичних моделей.

Етапи економіко-математичного моделювання. Перевірка моделі на адекватність.

Тема 2. Постановка задачі лінійного програмування та методи її розв'язування

Побудова математичних моделей для найпростіших економічних задач. Заміна нерівностей рівняннями. Методи розв'язання систем лінійних рівнянь.

Загальна математична модель лінійного програмування та форми її запису.

Геометрична інтерпретація задачі лінійного програмування.

Поняття про основні методи розв'язування задач лінійного програмування.

Тема 3. Графічний та симплексний методи розв'язування задач лінійного програмування

Графічний метод розв'язування задач лінійного програмування у задачах із двома змінними.

Симплекс-метод як основний метод розв'язування задач лінійного програмування при великій кількості змінних.

Застосування загальної задачі лінійного програмування до розв'язання деяких економічних задач.

Тема 4. Двоїстість у задачах лінійного програмування

Поняття двоїстості та правила побудови двоїстих задач.

Симетричні двоїсті задачі. Несиметричні двоїсті задачі.

Двоїстий симплексний метод.

Економічна інтерпретація двоїстих задач. Аналіз оптимальних планів лінійних економіко-математичних моделей.

Тема 5. Оптимізаційні економіко-математичні моделі

Лінійне програмування як один із основних методів рішення оптимізаційних задач. Інші лінійні оптимізаційні методи: цілочислове програмування, параметричне програмування, дробово-лінійне програмування, стохастичне програмування, теорія ігор та ін.

Нелінійні методи оптимізації: випукле програмування, динамічне програмування, стохастичне програмування та ін.

Модель управління запасами (модель Вільсона). Оптимальний план поставок.

Задачі оптимізації виробництва. Комбінація ресурсів (факторів виробництва), що максимізує обсяг випуску продукції при заданих обмеженнях на затрати. Комбінація ресурсів (факторів виробництва), що мінімізує витрати при фіксованому загальному випуску продукції.

Тема 6. Цілочислове програмування: постановка задачі та методи її розв'язування

Загальна задача цілочислового програмування.

Метод Гоморі: його особливості, переваги та недоліки.

Метод „віток і меж” для розв'язування задач цілочислового програмування.

Приклади цілочислових економічних задач.

Тема 7. Транспортна задача лінійного програмування

Постановка транспортної задачі та її математична модель. Відкриті та закриті транспортні задачі.

Побудова початкового опорного плану. Методи північно-західного кута, мінімальної вартості та подвійної переваги.

Метод потенціалів як основний метод розв'язування транспортних задач лінійного програмування.

Дельта-метод розв'язування транспортної задачі.

Тема 8. Нелінійні оптимізаційні моделі економічних систем

Постановка задачі нелінійного програмування.

Графічний метод розв'язування задач нелінійного програмування.

Метод множників Лагранжа.

Опуклі та вгнуті функції. Теорема Куна-Такера.

Елементи квадратичного програмування. Методи Біла, Баранкіна-Дорфмана та Франка-Вольфа.

Гradientні методи розв'язування задач нелінійного програмування.

Тема 9. Моделі динамічного та стохастичного програмування

Постановка задачі динамічного програмування. Геометрична інтерпретація задачі динамічного програмування. Принцип поетапної побудови оптимального управління.

Приклади економічних задач, які розв'язуються методом динамічного програмування.

Метод функціональних рівнянь. Приклади задач, які розв'язуються методом функціональних рівнянь.

Найпростіші стохастичні задачі динамічного програмування.

Тема 10. Концептуальні засади аналізу та управління ризиком в економіці

Ризик як економічна категорія. Природа економічного ризику.

Ризик та невизначеність. Аналіз чинників невизначеності, конфліктності та породжуваного ними економічного ризику.

Концептуальні засади ризикології.

Системний аналіз ризику в економіці та підприємстві.

Класифікація ризику.

Тема 11. Методи кількісного оцінювання ступеню ризику

Методологічні засади та інструментарій кількісної оцінки ризику.

Метод аналогій.

Аналіз чутливості (вразливості).

Аналіз ризику методами імітаційного моделювання.

Аналіз ризику можливих збитків.

II модуль

Тема 12. Основи економетричного моделювання

Предмет, мета, завдання та історія розвитку економетрії.

Структура та особливості економетричних моделей.

Оцінювання параметрів економетричної моделі методом найменших квадратів (МНК).

Оцінювання параметрів економетричної моделі методом максимальної правдоподібності.

Тема 13. Елементи матричних перетворень

Означення матриці. Основні види матриць.

Дії над матрицями. Додавання, віднімання, добуток, транспонування та множення матриць на число. Скалярні характеристики матриць.

Обернені та блочні матриці.

Ранг матриці. Системи лінійних рівнянь.

Тема 14. Парна лінійна регресія в економетричному моделюванні

Регресійний аналіз. Його особливості та різновиди.

Класифікація форм регресії.

Загальний вигляд моделі парної лінійної регресії. Методи оцінки параметрів лінійної регресії.

Приклад побудови та аналізу парної лінійно-регресійної економетричної моделі.

Тема 15. Множинна лінійна регресія в економетричному моделюванні

Поняття множинної регресії. Оцінка тісноти та значимості зв'язку між змінними у множинній регресії.

Значимість коефіцієнта кореляції та оцінок параметрів моделі множинної регресії.

Коефіцієнт множинної кореляції. Частинні коефіцієнти кореляції.

Методи одержання оцінок параметрів множинної регресії.

Приклад побудови множинної регресійної моделі.

Тема 16. Мультиколінеарність та гетероскедастичність в економетричних моделях. Узагальнений МНК.

Поняття мультиколінеарності та її ознаки.

Визначення мультиколінеарності та способи її усунення. Алгоритм Феррара-Глобера.

Поняття гомо- і гетероскедастичності. Методи визначення гетероскедастичності.

Узагальнений метод найменших квадратів (метод Ейткена) оцінок параметрів лінійної економічної моделі з гетероскедастичними залишками.

Оператор оцінювання та відповідна коваріаційна матриця. Приклад застосування методу Ейткена. Прогноз.

Тема 17. Автокореляція в економетричних моделях динаміки

Причини виникнення та наслідки автокореляції в економетричних моделях.

Перевірка наявності автокореляції.

Оцінювання параметрів моделі з автокорельованими залишками.

Тема 18. Економетричні моделі розподіленого лагу та аналізу часових рядів

Поняття лагу і лагових змінних. Види лагових моделей.

Взаємна кореляційна функція. Лаги залежної та незалежних змінних. Методи оцінювання параметрів лагової моделі.

Основні поняття та означення часових рядів.

Розклад часових рядів на складові. Тренд часового ряду і його виявлення.

Трендові моделі за кривими зростання. Прогнозування економічної динаміки за трендовими моделями.

Тема 19. Економетричні моделі на основі структурних рівнянь

Системи структурних рівнянь. Рекурсивні системи.

Непрямий метод найменших квадратів (НМНК).

Двокроковий метод найменших квадратів (2МНК).

Трикороковий метод найменших квадратів (3МНК).

Приклади економетричних моделей на основі систем структурних рівнянь.

ТЕМАТИКА ТА ПЛАНИ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

I модуль

Практичне заняття №1

Концептуальні аспекти математичного моделювання економіки

- 1.1. Сутність моделювання, особливості та принципи математичного моделювання економіки
- 1.2. Математична модель та її основні елементи.
- 1.3. Елементи класифікації економіко-математичних моделей.
- 1.4. Етапи економіко-математичного моделювання

Практичне заняття №2

Постановка задачі лінійного програмування та методи її розв'язування

- 2.1. Побудова математичних моделей для найпростіших економічних задач
- 2.2. Загальна математична модель лінійного програмування та форми її запису
- 2.3. Геометрична інтерпретація задачі лінійного програмування
- 2.4. Основні методи розв'язування задач лінійного програмування

Практичне заняття №3

Графічний та симплексний методи розв'язування задач лінійного програмування

- 3.1. Область використання та приклади економічних задач, що розв'язуються графічним методом
- 3.2. Симплексний метод: побудова опорних планів
- 3.3. Симплексний метод: знаходження оптимального плану. Умови оптимальності.
- 3.4. Розв'язування задач лінійного програмування симплексним методом.

Практичне заняття №4

Двоїстість у задачах лінійного програмування

- 4.1. Розв'язування несиметричних двоїстих задач
- 4.2. Розв'язування симетричних двоїстих задач
- 4.3. Розв'язування двоїстих задач по симплексним таблицям

Практичне заняття №5

Оптимізаційні економіко-математичні моделі

- 1.1. Розгляд методів лінійної оптимізації економіко-математичних моделей
- 1.2. Розгляд методів нелінійної оптимізації економіко-математичних моделей
- 1.3. Модель оптимізації запасів та поставок
- 1.4. Моделі оптимізації виробництва

Практичне заняття №6

Цілочислове програмування

- 2.1. Розв'язування задач цілочислового програмування методом Гоморі
- 2.2. Розв'язування задач цілочислового програмування методом „віток і меж”
- 2.3. Задача комівояжера
- 2.4. Задача оптимального призначення (розподілу)

Практичне заняття №7

Транспортна задача лінійного програмування

- 3.1. Побудова першого опорного плану
- 3.2. Перевірка опорного плану на оптимальність. Метод потенціалів.
- 3.3. Розв'язування транспортних задач дельта-методом

Практичне заняття №8

Нелінійні оптимізаційні моделі економічних систем

- 4.1. Розв'язування нелінійних економічних задач графічним методом
- 4.2. Розв'язування нелінійних економічних задач методом множників Лагранжа
- 4.3. Перевірка оптимальності розв'язків задач нелінійного програмування (теорема Куна-Таккера)

Практичне заняття №9

Моделі динамічного та стохастичного програмування

- 5.1. Розв'язування економічних задач методом динамічного програмування
- 5.2. Розв'язування економічних задач методом стохастичного програмування

II модуль

Практичне заняття №1

Методи кількісного оцінювання ступеню ризику

- 1.1. Розгляд методів кількісного аналізу ризику
- 1.2. Розгляд кількісних показників ступеня ризику в абсолютному вираженні
- 1.3. Розгляд кількісних показників ступеня ризику у відносному вираженні

Практичне заняття №2

Основи економетричного моделювання

- 2.1. Розв'язування прикладів з використанням методу найменших квадратів
- 2.2. Побудова найпростіших економетричних моделей та оцінювання їхніх параметрів методом найменших квадратів
- 2.3. Оцінювання параметрів економетричної моделі методом максимальної правдоподібності.

Практичне заняття №3

Елементи матричних перетворень

- 3.1. Розв'язування прикладів з діями над матрицями: додавання, віднімання, добуток та множення матриць на число (скаляр)
- 3.2. Знаходження визначника (детермінанта), мінорів та рангу матриць
- 3.3. Знаходження обернених матриць. Основні властивості обернених матриць
- 3.4. Розв'язування систем лінійних рівнянь матричним способом

Практичне заняття №4

Парна лінійна регресія в економетричному моделюванні

- 4.1. Знаходження параметрів лінійної моделі методом найменших квадратів
- 4.2. Обчислення відносних похибок розрахункових значень регресії
- 4.3. Перевірка тісноти та значимості зв'язку між змінними моделі: залишкова дисперсія, коефіцієнт детермінації, F -критерій Фішера, t -критерій Стьюдента
- 4.4. Побудова довірчих інтервалів для параметрів моделі лінійної регресії

Практичне заняття №5

Множинна лінійна регресія в економетричному моделюванні

- 1.1. Знаходження параметрів рівняння економетричної моделі множинної регресії
- 1.2. Оцінювання тісноти та значимості зв'язку між змінними: множинні коефіцієнти детермінації та кореляції, F -критерій Фішера, t -критерій Стьюдента
- 1.3. Оцінювання значимості параметрів моделі множинної регресії на основі t -критерію
- 1.4. Побудова довірчих інтервалів для параметрів моделі множинної регресії

Практичне заняття №6

Мультиколінеарність та гетероскедастичність в економетричних моделях. Узагальнений МНК.

- 2.1. Нормалізація (стандартизація) незалежних змінних економетричної моделі
- 2.2. Дослідження економетричної моделі на мультиколінеарність за допомогою алгоритму Феррара-Глобера
- 2.3. Перевірка економетричних моделей на гетероскедастичність: μ критерій, параметричний тест Гольдфельда-Квандта, тест Глейсера
- 2.4. Оцінка параметрів моделі згідно з методом Ейткена

Практичне заняття №7

Автокореляція в економетричних моделях динаміки

- 3.1. Перевірка економетричної моделі на явище автокореляції за критерієм Дарбіна-Уотсона
- 3.2. Перевірка економетричної моделі на явище автокореляції за критерієм фон Неймана
- 3.3. Оцінка параметрів економетричної моделі з автокореляцією

Практичне заняття №8

Економетричні моделі розподіленого лагу та аналізу часових рядів

- 4.1. Методи оцінки параметрів лагової моделі: 1МНК, метод Ейткена, ітеративний метод, метод інструментальних змінних. Алгоритм Уолліса
- 4.2. Методи статистичної перевірки наявності тренду в часовому ряді: метод перевірки різниць середніх рівнів, метод Фостера-Стюарта
- 4.3. Методи згладжування часових рядів: метод простої ковзної середньої, метод експоненціального згладжування
- 4.4. Розрахунок параметрів кривих зростання методом найменших квадратів

Практичне заняття №9

Економетричні моделі на основі структурних рівнянь

- 5.1. Перевірка рівнянь економетричної моделі на ідентифікованість
- 5.2. Знаходження параметрів моделей, заснованих на системах одночасних структурних рівнянь, при допомозі непрямого методу найменших квадратів (НМНК)
- 5.3. Знаходження параметрів моделей, заснованих на системах одночасних структурних рівнянь, при допомозі двокрокового методу найменших квадратів (2МНК)
- 5.4. Знаходження параметрів моделей, заснованих на системах одночасних структурних рівнянь, при допомозі трикрокового методу найменших квадратів (3МНК)

3. ТЕМАТИКА ІНДИВІДУАЛЬНИХ ЗАВДАНЬ З НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

3.1. Теми, що виносяться на самостійну роботу

3.1.1. Розв'язування економічних задач методом дробово-лінійного програмування

Постановка задачі дробово-лінійного програмування. Приклади дробово-лінійних задач. Розв'язування задач дробово-лінійного програмування графічним та симплексним методами.

3.1.2. Ігрові методи прийняття рішень

Основні поняття теорії ігор. Розв'язування скінченої гри з сідловою точкою. Розв'язування скінченої гри без сідлової точки: зведення матричної гри до задачі лінійного програмування.

3.1.3. Моделі мережевого планування

Задача планування комплексу робіт. Основні поняття теорії графів. Правила побудови графів. Мережевий і часовий мережевий графіки комплексу робіт. Алгоритм задачі мережевого планування. Оптимізація плану комплексу робіт.

3.1.4. Загальна лінійна економетрична модель з фіктивними змінними

Сутність фіктивних змінних. Особливості оцінювання параметрів економетричної моделі з фіктивними змінними. Перевірка значущості оцінок параметрів моделі при фіктивних змінних. Моделі з пояснювальними та фіктивними змінними (ANCOVA-моделі – моделі коваріаційного аналізу). Моделі дисперсійного аналізу (ANOVA-моделі) та взаємодія фіктивних змінних. Фіктивні змінні в аналізі сезонних коливань.

3.1.5. Застосування економетричних моделей в мікро- та макроекономіці

Економетрична модель аналізу виробництва (виробнича функція Кобба-Дугласа). Моделі попиту та пропозиції на конкурентному ринку. Повна кейнсіанська модель. Економетричні моделі Укр-1-3.

3.2. Приклади практичних завдань для поточного оцінювання знань студентів з дисципліни

1. Розв'язати графічним методом наступні задачі лінійного програмування:

№	Завдання	№	Завдання
1	$Z = -3x_1 - x_2 \rightarrow \max(\min)$ $\begin{cases} x_1 + x_2 \leq 12 \\ 4x_1 - 6x_2 \leq 24 \\ x_1 \geq 2 \\ x_2 \leq 5 \\ x_2 \geq 1 \end{cases} \quad x_1, x_2 \geq 0$	7	$Z = 2x_1 - x_2 + x_3 - 3x_4 + 4x_5 \rightarrow \max$ $\begin{cases} x_1 - x_2 + 3x_3 - 18x_4 + 2x_5 = -4 \\ 2x_1 - x_2 + 4x_3 - 21x_4 + 4x_5 = 22 \\ 3x_1 - 2x_2 + 8x_3 - 43x_4 + 11x_5 = 38 \end{cases}$ $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 \geq 0$

2	$Z = x_1 + x_2 \rightarrow \max(\min)$ $\begin{cases} x_1 + x_2 \leq 8 \\ x_1 \leq 6 \\ x_2 \leq 5 \end{cases} \quad x_1, x_2 \geq 0$	8	$Z = 2x_1 + x_2 + 6x_3 - 20x_4 - 9x_5 \rightarrow \max$ $\begin{cases} x_1 + x_2 + 7x_3 - 3x_4 - 7x_5 = 13 \\ x_1 + 2x_2 + 13x_3 + 2x_4 - 14x_5 = 20 \\ x_1 + 3x_2 + 20x_3 + 6x_4 - 23x_5 = 19 \end{cases}$ $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 \geq 0$
3	$Z = 3x_1 + 3x_2 \rightarrow \max(\min)$ $\begin{cases} 2x_1 + x_2 \geq 4 \\ x_1 + 6x_2 \geq 6 \\ -x_1 + x_2 \leq 5 \end{cases} \quad x_1, x_2 \geq 0$	9	$Z = 2x_1 + x_2 \rightarrow \max$ $\begin{cases} x_1 + x_2 \leq 5 \\ 10x_1 + 3x_2 \leq 30 \\ x_2 \geq 1 \end{cases} \quad x_1, x_2 \geq 0$
4	$Z = -2x_1 + 2x_2 \rightarrow \max$ $\begin{cases} -x_1 + x_2 \leq 6 \\ x_1 - x_2 \leq 2 \\ x_1 \geq 2 \\ x_2 \geq 1 \end{cases} \quad x_1, x_2 \geq 0$	10	$Z = -x_1 + 4x_2 + 2x_4 \rightarrow \max$ $\begin{cases} x_1 - 5x_2 + x_3 = 5 \\ -x_1 + x_2 + x_4 = 4 \\ x_1 + x_2 + x_5 = 8 \end{cases}$ $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 \geq 0$
5	$Z = 5x_1 - 4x_2 \rightarrow \max$ $\begin{cases} x_1 + 2x_2 \geq 4 \\ x_1 - x_2 \geq 2 \\ x_1 \leq 1 \\ x_2 \geq 4 \end{cases} \quad x_1, x_2 \geq 0$	11	$Z = x_2 - x_3 + x_4 \rightarrow \min$ $\begin{cases} x_1 - 2x_2 - x_3 + x_4 = 2 \\ 2x_1 - x_2 + 4x_3 - x_4 = 10 \end{cases}$ $x_1, x_2, x_3, x_4 \geq 0$
6	$Z = x_1 + 2x_2 + x_3 - x_4 - 6 \rightarrow \min$ $\begin{cases} -x_1 + 5x_2 + x_3 + x_4 + x_5 = 10 \\ 2x_1 - x_2 + x_3 - 3x_4 = 6 \\ 10x_2 + x_3 + 2x_4 + 3x_5 = 25 \end{cases}$ $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 \geq 0$	12	$Z = -4x_1 + 3x_2 + x_4 - x_5 \rightarrow \max$ $\begin{cases} 2x_1 - x_2 - x_3 = -1 \\ x_1 - 3x_2 - x_4 = -13 \\ 4x_1 + x_2 + x_5 = 26 \\ x_1 - 3x_2 + x_6 = 0 \end{cases}$ $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6 \geq 0$

2. Розв'язати симплексним методом наступні задачі лінійного програмування:

№	Завдання	№	Завдання
1	$Z = 2x_1 + 8x_2 - 5x_3 + 154x_4 \rightarrow \max$ $\begin{cases} 3x_1 - x_2 + x_3 + 10x_4 \leq 25 \\ x_1 + 2x_2 + x_3 + 5x_4 \leq 10 \\ 2x_1 + 10x_2 + 2x_3 - 5x_4 \leq 26 \end{cases}$ $x_1, x_2, x_3, x_4 \geq 0$	6	$Z = 3x_1 + 4x_2 + x_3 \rightarrow \max$ $\begin{cases} x_1 + x_2 + 3x_3 \leq 4 \\ -x_1 - 3x_2 + x_3 \leq 2 \\ 2x_1 - 4x_2 + x_3 \leq 3 \end{cases}$ $x_1, x_2, x_3 \geq 0$
2	$Z = x_1 + x_2 \rightarrow \min$ $\begin{cases} x_1 - 2x_3 + x_4 = 2 \\ x_2 - x_3 + 2x_4 = 1 \\ x_3 - x_4 + x_5 = 5 \end{cases}$ $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 \geq 0$	7	$Z = 4x_1 + 3x_2 + 5x_3 \rightarrow \max$ $\begin{cases} x_1 - x_3 \leq 6 \\ x_1 + x_2 + 2x_3 = 5 \\ -2x_1 + 2x_3 \geq -4 \end{cases}$ $x_1, x_2, x_3 \geq 0$

3	$Z = 5x_1 - x_3 \rightarrow \min$ $\begin{cases} x_1 + x_2 + 2x_3 - x_4 = 3 \\ x_2 + 2x_4 = 1 \end{cases}$ $x_1, x_2, x_3, x_4 \geq 0$	8	$Z = 3x_1 - 2x_2 - x_3 \rightarrow \min$ $\begin{cases} -x_1 - 3x_2 + 3x_3 \geq -6 \\ -2x_1 + x_2 + x_3 \leq 4 \end{cases}$ $x_1, x_2, x_3 \geq 0$
4	$Z = x_2 + x_3 \rightarrow \max$ $\begin{cases} x_1 - x_2 + x_3 = 1 \\ x_2 - 2x_3 + x_4 = 2 \end{cases}$ $x_1, x_2, x_3, x_4 \geq 0$	9	$Z = 5x_1 + x_2 + x_3 \rightarrow \max$ $\begin{cases} x_1 + x_2 + x_3 \leq 5 \\ -x_1 + 3x_2 - x_3 \geq -3 \end{cases}$ $x_1, x_2, x_3 \geq 0$
5	$Z = 2x_1 + x_2 - x_3 \rightarrow \max$ $\begin{cases} x_1 + x_2 \leq 1 \\ -x_2 - x_3 \geq -2 \\ x_1 + x_3 \leq 2 \end{cases} \quad x_1, x_2, x_3 \geq 0$	10	$Z = -x_1 - 2x_2 + 2x_3 \rightarrow \min$ $\begin{cases} 2x_1 + x_2 + x_3 = 10 \\ x_1 - x_2 \leq 2 \end{cases}$ $x_1, x_2, x_3 \geq 0$

3. Записати двоїсту до даної задачу лінійного програмування. Розв'язати одну з задач симплексним або графічним методом і знайти оптимальний план іншої задачі:

№	Завдання	№	Завдання
1	$Z = x_1 + 2x_2 \rightarrow \max$ $\begin{cases} 2x_1 + x_2 \leq 12 \\ -3x_1 + 2x_2 \leq -4 \\ x_1 - x_2 \leq 2 \end{cases} \quad x_1, x_2 \geq 0$	6	$Z = -2x_1 + 2x_2 + 3x_3 \rightarrow \max$ $\begin{cases} -x_1 + x_2 + 2x_3 \leq 3 \\ 2x_1 - x_2 + 3x_3 \geq -2 \end{cases}$ $x_1, x_2, x_3 \geq 0$
2	$Z = x_1 + 2x_2 + 5x_3 \rightarrow \min$ $\begin{cases} x_1 + x_2 + 4x_3 \geq 12 \\ x_1 + x_2 + x_3 = 8 \\ x_1 + 2x_2 + 3x_3 \leq 20 \end{cases}$ $x_1, x_2, x_3 \geq 0$	7	$Z = 10x_1 + 40x_2 \rightarrow \min$ $\begin{cases} 3x_1 + 5x_2 \geq 18 \\ x_1 + 2x_2 \geq 20 \\ 2x_1 + 4x_2 \geq 25 \end{cases}$ $x_1, x_2 \geq 0$
3	$Z = 4x_1 + 3x_3 + x_4 \rightarrow \max$ $\begin{cases} 4x_1 + x_3 + x_4 = 16 \\ 6x_1 - 4x_2 - x_3 + x_4 = 4 \end{cases}$ $x_1, x_2, x_3, x_4 \geq 0$	8	$Z = 3x_1 - 2x_2 + x_3 \rightarrow \max$ $\begin{cases} -x_1 + x_2 + 2x_3 \leq 3 \\ 2x_1 - x_2 + 3x_3 \geq -2 \end{cases}$ $x_1, x_2, x_3 \geq 0$
4	$Z = x_1 + 5x_2 + 3x_3 \rightarrow \max$ $\begin{cases} x_1 + x_2 + x_3 = 3 \\ 2x_1 - x_2 = 4 \end{cases}$ $x_1, x_2, x_3 \geq 0$	9	$Z = -30x_1 + 10x_2 \rightarrow \max$ $\begin{cases} 2x_1 - x_2 - x_3 \geq -2 \\ -3x_1 + 2x_2 - x_3 \leq 3 \end{cases}$ $x_1, x_2, x_3 \geq 0$
5	$Z = -3x_1 - 2x_2 - 4x_3 \rightarrow \max$ $\begin{cases} x_1 + 3x_2 + x_3 = -3 \\ -2x_1 + x_2 + x_3 = -2 \end{cases}$ $x_1, x_2, x_3 \geq 0$	10	$Z = -3x_1 - 4x_2 - 5x_3 \rightarrow \min$ $\begin{cases} 2x_1 + x_2 + x_3 \geq -4 \\ 2x_1 + 3x_2 + 2x_3 \leq 6 \end{cases}$ $x_1, x_2, x_3 \geq 0$

4. Розв'язати задачу цілочислового програмування методом Гоморі та методом „віток і меж” (де можливо):

№	Завдання	№	Завдання
1	$Z = x_1 + x_2 \rightarrow \max$ $\begin{cases} 2x_1 + x_2 + x_3 = 6 \\ 2x_1 + 3x_2 + x_4 = 9 \end{cases}$ $x_1, x_2, x_3, x_4 \geq 0$ $x_1, x_2, x_3, x_4 \in Z$	6	$Z = -4x_1 - 10x_2 \rightarrow \min$ $\begin{cases} 2x_1 + x_2 + 2x_3 = 7 \\ x_1 + 4x_2 - x_4 = 8 \\ 2x_2 + x_5 = 8 \end{cases}$ $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 \geq 0$ $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 \in Z$
2	$Z = x_1 - 20x_2 \rightarrow \min$ $\begin{cases} -x_1 + 10x_2 \leq 40 \\ 4x_1 + 2x_2 \leq 29 \end{cases}$ $x_1, x_2 \geq 0$ $x_1, x_2 \in Z$	7	$Z = x_1 + 4x_2 \rightarrow \max$ $\begin{cases} 2x_1 + x_2 \leq \frac{19}{3} \\ x_1 + 3x_2 \leq 4 \end{cases}$ $x_1, x_2 \geq 0$ $x_1, x_2 \in Z$
3	$Z = 3x_1 + 3x_2 \rightarrow \max$ $\begin{cases} x_1 + 3x_2 \geq 6 \\ 3x_1 + 2x_2 \leq 36 \\ x_2 \leq 13 \end{cases}$ $x_1, x_2 \geq 0$ $x_1, x_2 \in Z$	8	$Z = 2x_1 - 2x_2 + 3x_3 - 3x_4 \rightarrow \max$ $\begin{cases} x_1 - 2x_2 + x_4 = 3 \\ x_2 + x_3 - 2x_4 = 5 \\ 3x_2 + x_4 + x_5 = 4 \end{cases}$ $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 \geq 0$ $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 \in Z$
4	$Z = x_1 \rightarrow \max$ $\begin{cases} x_1 + 3x_2 + x_3 = 12 \\ 3x_1 - 8x_2 + x_4 = 24 \end{cases}$ $x_1, x_2, x_3, x_4 \geq 0$ $x_1, x_2, x_3, x_4 \in Z$	9	$Z = 2x_1 + 2x_2 + 10 \rightarrow \max$ $\begin{cases} 2x_1 + x_2 + x_3 = 5 \\ 2x_1 + 3x_2 + x_4 = 9 \end{cases}$ $x_1, x_2, x_3, x_4 \geq 0$ $x_1, x_2, x_3, x_4 \in Z$
5	$Z = x_1 \rightarrow \max$ $\begin{cases} x_1 + x_2 + x_3 = 9 \\ -4x_1 + 7x_2 + x_4 = 4 \\ 5x_1 - 6x_2 + x_5 = 6 \end{cases}$ $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 \geq 0$ $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 \in Z$	10	$Z = x_1 + 2x_2 + x_5 \rightarrow \min$ $\begin{cases} x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 = 5 \\ x_2 + x_3 + x_4 - x_5 = 2 \\ x_3 - x_4 + x_5 = 1 \end{cases}$ $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 \geq 0$ $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 \in Z$

5. Розв'язати задачу нелінійного програмування графічним методом:

№	Завдання	№	Завдання
1	$Z = x_1^2 - 2x_1 + x_2^2 - 4x_2 + 5 \rightarrow \max$ $\begin{cases} x_1 + 2x_2 \leq 10 \\ 2x_1 + x_2 \leq 8 \end{cases}$ $x_1, x_2 \geq 0$	6	$Z = 4(x_1 - 2)^2 + 2(x_2 - 2)^2 \rightarrow \max$ $\begin{cases} x_1 + x_2 \leq 7 \\ 2x_1 - x_2 \leq 10 \end{cases}$ $x_1, x_2 \geq 0$

2	$Z = x_1 x_2 \rightarrow \max$ $\begin{cases} x_1 + 2x_2 \geq 2 \\ x_1 + x_2 \leq 6 \\ 2x_1 + x_2 \leq 10 \end{cases} \quad x_1, x_2 \geq 0$	7	$Z = 4(x_1 - 2)^2 + 2(x_2 - 2)^2 \rightarrow \min$ $\begin{cases} x_1 + x_2 \leq 7 \\ 2x_1 - x_2 \leq 10 \end{cases} \quad x_1, x_2 \geq 0$
3	$Z = x_1^2 - 2x_1 + 4x_2^2 - 8x_2 + 5 \rightarrow \min$ $\begin{cases} x_1 + 2x_2 \leq 8 \\ 2x_1 + x_2 \leq 10 \end{cases} \quad x_1, x_2 \geq 0$	8	$Z = x_1 + x_2 \rightarrow \max$ $\begin{cases} x_1 x_2 \geq 2 \\ x_1^2 + x_2^2 \leq 16 \end{cases}$

6. Знайти умовний екстремум функції Z за допомогою методу множників Лагранжа:

№	Завдання	№	Завдання	№	Завдання
1	$Z = 2x_1^2 + x_2^2$ $2x_1 + 3x_2 = 5$	5	$Z = (x_1 - 1)^2 + (x_2 - 3)^2$ $3x_1 + 6x_2 \leq 30$	9	$Z = 3x_1^2 + 2x_2^2$ $\begin{cases} 2x_1 + 3x_2 = 4 \\ x_1 + 2x_2 = 8 \end{cases}$
2	$Z = x_1^2 + x_2^2$ $3x_1 + 4x_2 = 12$	6	$Z = (x_1 - 1)^2 + (x_2 - 3)^2$ $2x_1 - x_2 = 5$	10	$Z = x_1^2 + 2x_2^2 + x_3$ $\begin{cases} x_1 + 3x_2 + 2x_3 = 6 \\ x_2 + x_3 = 4 \end{cases}$
3	$Z = 2x_1^2 + 5x_1 + x_2^2 + 3x_2$ $x_1 + 5x_2 = 12$	7	$Z = x_1^2 + 2x_2^2 + 3x_3^2$ $x_1 + 2x_2 + x_3 = 8$	11	$Z = 2x_1 x_2 + x_1 x_3 - x_2 x_3$ $\begin{cases} 3x_1 - 2x_2 + x_3 = 1 \\ 2x_1 - x_2 - 3x_3 = 4 \end{cases}$
4	$Z = x_1^2 + x_2^2$ $\frac{x_1}{2} + \frac{x_2}{3} = 1$	8	$Z = x_1 - 2x_2 + 2x_3$ $x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 = 9$	12	$Z = x_1^2 + 2x_1 + x_2^2 - 5x_2$ $x_1 + 3x_2 = 6$

3.3. Тематика рефератів

1. Канонічні форми задач лінійного програмування.
2. Аналітичні властивості розв'язків задач лінійного програмування.
3. Обґрунтування алгоритму знаходження оптимального плану лінійної задачі.
4. Теорема двоїстості та її використання в економічних дослідженнях.
5. Економічне обґрунтування нульових двоїстих оцінок.
6. Академік Л.В.Канторович і його роль у розробці двоїстих оцінок.
7. Оптимізація виробництва продукції за умови ненадійності постачальників ресурсів.
8. Оптимізація виробництва за умови нестабільності ринку.
9. Обґрунтування рівня цін на готову продукцію на базі двоїстих оцінок.
10. Двохетапна транспортна задача та її використання на практиці.
11. Оптимізація транспортування однорідних вантажів різними транспортними засобами.
12. Оптимізація транспортування неоднорідних вантажів різними транспортними засобами.
13. Задача оптимального розподілу робітників на різні роботи.

14. Задачі розміщення виробництва з урахуванням транспортних і виробничих витрат.
15. Проблеми розв'язування нелінійних задач.
16. Опуклі та випуклі функції.
17. Теорія двоїстості нелінійного програмування.
18. Необхідні та достатні умови розв'язування задач математичного програмування.
19. Опукле програмування.
20. Принцип Беллмана.
21. Динамічне програмування та найкоротші шляхи.
22. Метод стохастичної апроксимації.
23. Основні принципи економетрії.
24. Математичне моделювання, його роль і значення в економіці.
25. Особливості економетричних моделей.
26. Прикладне значення економетричних методів.
27. Економетричні методи в мікроекономіці.
28. Економетричні методи і проблеми споживання.
29. Економетричні моделі у фінансовому менеджменті.
30. Загальна лінійна економетрична модель та оцінки її параметрів.
31. Передумова та коректність застосування методу найменших квадратів в економетрії.
32. Побудова економетричної моделі на основі покрокової регресії.
33. Дисперсійний аналіз економетричної моделі.
34. Мультиколінеарність, методи її визначення та способи усунення.
35. Метод Феррара-Глобера та метод головних компонентів. Особливості їх застосування при дослідженні мультиколінеарності.
36. Гетероскедастичність та методи її визначення.
37. Метод Ейткена для оцінювання параметрів лінійної економетричної моделі з гетероскедастичними залишками.
38. Методи вивчення гетероскедастичності, їх порівняльна характеристика та особливості застосування.
39. Автокореляція, її причини та наслідки.
40. Методи оцінювання параметрів моделі з автокорельованими залишками.
41. Метод інструментальних змінних та особливості його застосування.
42. Перевірка значущості і довірчі інтервали економетричної моделі.
43. Моделі розподіленого лагу.
44. Методи оцінювання параметрів моделей розподіленого лагу.
45. Системи одночасних структурних рівнянь та проблеми ідентифікації.
46. Двокроковий метод найменших квадратів та його застосування в економетричних дослідженнях.

Загальні вимоги до рефератів

Реферат є найпростішою формою наукового дослідження, мета якого полягає в ознайомленні здобувачів вищої освіти з навчальною літературою, виробленні умінь, необхідних для здійснення бібліографічного пошуку, оволодіння науковим, науково-популярним стилем викладу засвоєної інформації у вигляді стислої усної або письмової доповіді. В подальшому це має допомогти здобувачам у написанні тез доповідей на конференції, статей, курсових та випускних робіт.

Реферати пишуться на аркушах формату А4, загальний обсяг 12-15 сторінок рукописного

або друкованого тесту. Титульна сторінка включає такі компоненти: найменування міністерства, навчального закладу, факультету, тему реферату, назву навчальної дисципліни, прізвище і групу здобувача, який писав реферат, прізвище викладача, який має перевірити дану роботу. На наступній сторінці подається план реферату за простою або складною формою. Зміст реферату обов'язково включає три компоненти: вступ, основна частина, висновки.

У вступі розкривається актуальність теми, робиться короткий екскурс в суть питання, що розглядається; в основній частині здобувач демонструє володіння матеріалом, уміння його компонувати відповідно до поставленої мети, уміння логічно висловлювати свої думки; у висновках підсумовуються результати проведених здобувачем досліджень, які можуть подаватися довільно.

Реферат завершує список використаної літератури, оформлений відповідно до вимог стандарту: ДСТУ 8302:2015 «Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання» з урахуванням правок (код УКНД 01.140.40). Джерела необхідно розміщувати у порядку появи посилань у тексті.

4. КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ З НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Формою контролю знань студентів по даній навчальній дисципліні є екзамен.

Екзамен проводиться за білетами, які містять 3 питання (2 теоретичних і 1 задача). До екзамену допускаються студенти, які захистили усі лабораторні роботи, а також мають конспект лекцій по всіх темах.

4.1. Перелік теоретичних питань, що виносяться на екзамен по дисципліні

1. Економіко-математичне моделювання як метод наукового пізнання.
2. Математична модель та її основні елементи.
3. Форми класифікації економіко-математичних моделей.
4. Етапи економіко-математичного моделювання.
5. Формулювання загальної задачі лінійного програмування.
6. Форми запису задачі лінійного програмування.
7. Означення допустимого розв'язку задачі лінійного програмування, опорного та оптимального плану.
8. Геометрична інтерпретація задачі лінійного програмування.
9. Властивості розв'язків задачі лінійного програмування.
10. Алгоритм графічного методу розв'язування задачі лінійного програмування.
11. Методика зведення загальної задачі лінійного програмування до канонічної форми.
12. Алгоритм розв'язування задач лінійного програмування симплекс-методом.
13. Ознака оптимальності опорного плану.
14. Означення виродженої задачі лінійного програмування.
15. Роль двоїстості в лінійному програмуванні.
16. Поняття та вид двоїстої задачі лінійного програмування.
17. Правила побудови двоїстих задач.
18. Перша, друга і третя теореми двоїстості.
19. Правило відшукування оптимального плану двоїстої задачі.
20. Симетричність та несиметричність у двоїстих задачах лінійного програмування.
21. Суть двоїстого симплекс-методу розв'язування задачі лінійного програмування.
22. Коротка характеристика основних лінійних методів оптимізації економіко-математичних моделей.

23. Коротка характеристика основних нелінійних методів оптимізації економіко-математичних моделей.
24. Оптимальний план поставок у моделі управління запасами.
25. Комбінація ресурсів (факторів виробництва), що максимізує обсяг випуску продукції при заданих обмеженнях на затрати.
26. Комбінація ресурсів (факторів виробництва), що мінімізує витрати при фіксованому загальному випуску продукції.
27. Приклади задач цілочислового програмування.
28. Загальний вид задачі цілочислового програмування.
29. Суть методу Гоморі розв'язування задач цілочислового програмування.
30. Поняття умовно-оптимального плану для задач цілочислового програмування.
31. Недоліки методу Гоморі.
32. Метод „віток і меж” розв'язування задач цілочислового програмування.
33. Поняття дробово-лінійного програмування.
34. Економічна і математична постановка транспортної задачі.
35. Необхідна і достатня умови існування розв'язку транспортної задачі.
36. Властивості опорних планів транспортної задачі.
37. Відкритість та закритість транспортних задач.
38. Методи побудови опорного плану транспортних задач.
39. Основні поняття теорії ігор.
40. Постановка задачі нелінійного програмування.
41. Загальні поняття про прямі та непрямі методи нелінійного програмування.
42. Алгоритм графічного методу розв'язування задач нелінійного програмування.
43. Суть методу множників Лагранжа.
44. Теорема Куна-Таккера. Умови Куна-Таккера.
45. Основні поняття про квадратичне програмування.
46. Суть градієнтних методів нелінійного програмування.
47. Постановка задачі динамічного програмування.
48. Типова економічна задача динамічного програмування.
49. Недоліки методів динамічного програмування.
50. Поняття та предмет стохастичного програмування.
51. Постановка задач стохастичного програмування.
52. Методи розв'язування задач стохастичного програмування.
53. Суть методу мережевого планування.
54. Пряма та обернена задача мережевого планування.
55. Основні поняття теорії графів.
56. Поняття про мережевий і часовий мережевий графіки комплексу робіт.
57. Ризик як економічна категорія. Природа економічного ризику
58. Системний аналіз ризику в економіці та підприємстві
59. Аналіз чинників невизначеності, конфліктності та породжуваного ними економічного ризику
60. Класифікація ризику
61. Методологічні засади та інструментарій кількісної оцінки ризику
62. Методи кількісного оцінювання ризику
63. Кількісні показники оцінки ступеня ризику в абсолютному вираженні
64. Кількісні показники оцінки ступеня ризику у відносному вираженні
65. Особливості економетричного моделювання. Основні етапи побудови економетричної моделі

66. Оцінювання параметрів простої економетричної моделі методом найменших квадратів.
67. Передумови застосування методу найменших квадратів
68. Властивості оцінок параметрів лінійної моделі та їх інтерпретація
69. Дисперсійно-коваріаційна матриця, її обчислення та елементи
70. Точковий прогноз і довірчі інтервали
71. Побудова економетричної моделі на основі парної лінійної регресії
72. Множинний коефіцієнт кореляції і детермінації та їх обчислення
73. Частинні коефіцієнти кореляції і коефіцієнти регресії
74. Перевірка значущості економетричної моделі та коефіцієнта кореляції
75. Значущість оцінок параметрів моделі
76. Методи нормалізації незалежних змінних економетричної моделі
77. Мультиколінеарність. Дослідження мультиколінеарності за допомогою алгоритму Феррара-Глобера
78. Гомоскедастичність та гетероскедастичність. Наслідки гетероскедастичності
79. Перевірка гетероскедастичності на основі критерію μ
80. Перевірка гетероскедастичності на основі параметричного тесту Гольдфельда-Квандта
81. Перевірка гетероскедастичності на основі тесту Глейсера
82. Узагальнений метод найменших квадратів (метод Ейткена)
83. Автокореляція та її наслідки
84. Перевірка наявності автокореляції за критерієм Дарбіна-Уотсона
85. Перевірка наявності автокореляції за критерієм фон Неймана
86. Метод Ейткена для оцінки параметрів авторегресійної моделі
87. Оцінка параметрів економетричної моделі при стохастичних пояснювальних змінних
88. Методи статистичної перевірки наявності тренду в часовому ряді: метод перевірки різниць середніх рівнів, метод Фостера-Стюарта
89. Методи згладжування часових рядів: метод простої ковзної середньої, метод експоненціального згладжування
90. Розрахунок параметрів кривих зростання методом найменших квадратів
91. Метод інструментальних змінних для оцінки параметрів лагової моделі
92. Лаги залежних і незалежних змінних
93. Взаємна кореляційна функція
94. Особливості оцінки параметрів моделей розподіленого лагу
95. Метод Ейткена оцінювання параметрів моделей розподіленого лагу.
96. Ітеративний метод оцінювання параметрів моделей розподіленого лагу
97. Економетричні моделі на основі системи структурних рівнянь
98. Проблеми ідентифікації системи структурних рівнянь
99. Непрямий метод найменших квадратів (НМНК) оцінки параметрів строго ідентифікованої моделі
100. Двокроковий метод найменших квадратів (2МНК) оцінки параметрів надідентифікованих систем одночасних рівнянь
101. Трикроковий метод найменших квадратів (3МНК) для одночасної оцінки параметрів усіх структурних рівнянь економетричної моделі
102. Особливості оцінювання параметрів економетричної моделі з фіктивними змінними
103. Моделі з пояснювальними та фіктивними змінними (ANCOVA-моделі або

моделі коваріаційного аналізу)

104. Моделі дисперсійного аналізу (ANOVA-моделі) та взаємодія фіктивних змінних
105. Економетрична модель аналізу виробництва (виробнича функція Кобба-Дугласа)
106. Економетричні моделі Укр-1-3

5. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Базова

1. Боровик О.В., Боровик Л.В. Дослідження операцій в економіці: Навч. посіб. – К.: Центр учбової літератури, 2017. – 424 с.
2. Вітлінський В.В. Моделювання економіки: Навч. посібник. – К.: КНЕУ, 2013. – 408 с.
3. Вітлінський В.В., Великоіваненко Г.І. Ризикологія в економіці : Монографія. – К.: КНЕУ, 2014. – 480 с.
4. Вітлінський В.В., Наконечний С.І., Терещенко Т.О. Математичне програмування: Навч.-метод. посібник для самост. вивч. дисц. – К.: КНЕУ, 2011. – 248 с.
5. Гетманцев В.Д. Лінійна алгебра і лінійне програмування: Навч. посібник. – К.: Либідь, 2011. – 256 с.
6. Клебанова Т.С., Дубровина Н.А., Раєвнева Е.В. Економетрія: Учебное пособие. – 2-е изд., испр. – Харьков: ИД «ИНЖЭК», 2015. – 160 с.
7. Корольов О.А. Економетрія: Навч. посібник. – К.: Київський національний торговельно-економічний університет, 2020. – 660 с.
8. Корольов О.А., Рязанцева В.В. Практикум з економетрії: завдання з практичними рекомендаціями, алгоритмами та прикладом їх наскрізного виконання. Ч.1. Регресійний аналіз: Навч. посібник. – К.: Вид-во Європ. ун-ту, 2012. – 250 с.
9. Лугінін О.Є., Білоусова С.В., Білоусов О.М. Економетрія: Навч. посібник. – К.: Центр навчальної літератури, 2015. – 252 с.
10. Лук'яненко І.Г., Краснікова Л.І. Економетрика: Практикум з використанням комп'ютера. – К.: Товариство „Знання”, 1998. – 220 с.
11. Математичне програмування. Метод. вказівки та контрольні завдання для студентів економічних спеціальностей / Укл.: В.В. Гончаров, С.Я. Гончарові. – Кіровоград: КДТУ, 2014. – 136 с.
12. Наконечний С.І., Терещенко Т.О., Романюк Т.П. Економетрія: Підручник. – Вид. 3-тє, доп. та перероб. – К.: КНЕУ, 2014. – 520 с.
13. Толбатов Ю.А. Економетрика: Підручник для студентів економічних спеціальностей вищих навч. закладів. – К.: Четверта хвиля, 1997. – 320 с.
14. Цегелик Г.Г. Лінійне програмування. – Львів: Світ, 1995. – 216 с.

Інформаційні ресурси

1. Всі документи бази даних «Законодавство України». *Офіційний портал Верховної Ради України* : веб-сайт. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws> (дата звернення: 25.08.2025).
2. Кабінет Міністрів України (Урядовий портал) : веб-сайт. URL: <https://www.kmu.gov.ua> (дата звернення: 25.08.2025).
3. Офіційне інтернет-представництво Президента України : веб-сайт. URL: <https://www.president.gov.ua> (дата звернення: 25.08.2025).
4. Міністерство фінансів України : веб-сайт. URL: <https://www.mof.gov.ua> (дата звернення: 25.08.2025).
5. Міністерство економіки України : веб-сайт. URL: <https://www.me.gov.ua> (дата звернення: 25.08.2025).
6. Міністерства соціальної політики України : веб-сайт. URL: <https://www.msp.gov.ua> (дата звернення: 25.08.2025).
7. Міністерство розвитку громад, територій та інфраструктури України (Мінінфраструктури) : веб-сайт. URL: <https://mtu.gov.ua> (дата звернення: 25.08.2025).
8. Національний банк України : веб-сайт. URL: <https://bank.gov.ua> (дата звернення: 25.08.2025).
9. Державна служба статистики України : веб-сайт. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua> (дата звернення: 25.08.2025).
10. Державна казначейська служба України : веб-сайт. URL: <https://www.treasury.gov.ua> (дата звернення: 25.08.2025).
11. Державна податкова служба України : веб-сайт. URL: <https://tax.gov.ua> (дата звернення: 25.08.2025).
12. Державна служба фінансового моніторингу України : веб-сайт. URL: <https://fii.gov.ua> (дата звернення: 25.08.2025).
13. Державна служба зайнятості (Державний центр зайнятості) : веб-сайт. URL: <https://www.dcz.gov.ua> (дата звернення: 25.08.2025).
14. Державна регуляторна служба України : веб-сайт. URL: <https://www.drs.gov.ua> (дата звернення: 25.08.2025).
15. Державна митна служба України : веб-сайт. URL: <https://customs.gov.ua> (дата звернення: 25.08.2025).
16. Держпродспоживслужба : веб-сайт. URL: <https://dpss.gov.ua> (дата звернення: 25.08.2025).
17. Антимонопольний комітет України : веб-сайт. URL: <https://amcu.gov.ua> (дата звернення: 25.08.2025).
18. Фонд державного майна України : веб-сайт. URL: <https://www.spfu.gov.ua> (дата звернення: 25.08.2025).
19. Пенсійний фонд України : веб-сайт. URL: <https://www.pfu.gov.ua> (дата звернення: 25.08.2025).
20. Рахункова палата : веб-сайт. URL: <http://rp.gov.ua> (дата звернення: 25.08.2025).
21. Національна комісія з цінних паперів та фондового ринку : веб-сайт. URL: <https://www.nssmc.gov.ua> (дата звернення: 25.08.2025).

22. Агентство з розвитку інфраструктури фондового ринку України (система розкриття інформації на фондовому ринку) : веб-сайт. URL: <https://www.smida.gov.ua> (дата звернення: 25.08.2025).
23. Національний інститут стратегічних досліджень : веб-сайт. URL: <https://niss.gov.ua> (дата звернення: 25.08.2025).
24. Міжнародний центр перспективних досліджень : веб-сайт. URL: <https://www.icps.com.ua> (дата звернення: 25.08.2025).
25. Центр економічної стратегії : веб-сайт. URL: <https://ces.org.ua> (дата звернення: 25.08.2025).
26. Світовий банк : веб-сайт. URL: <https://www.worldbank.org> (дата звернення: 25.08.2025).
27. Міжнародний валютний фонд: веб-сайт. URL: фонд. <https://www.imf.org> (дата звернення: 25.08.2025).
28. Кіровоградська обласна державна адміністрація : веб-сайт. URL: <https://www.kr-admin.gov.ua> (дата звернення: 25.08.2025).
29. Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського : веб-сайт. URL: <http://www.nbuv.gov.ua> (дата звернення: 25.08.2025).
30. Центральнуукраїнський національний технічний університет : веб-сайт. URL: <http://www.kntu.kr.ua> (дата звернення: 25.08.2025).
31. Репозитарій Центральнуукраїнського національного технічного університету : веб-сайт. URL: <http://dspace.kntu.kr.ua> (дата звернення: 25.08.2025).
32. Дистанційна освіта ЦНТУ : веб-сайт. URL: <http://moodle.kntu.kr.ua> (дата звернення: 25.08.2025).

