

Міністерство освіти і науки України  
ДВНЗ “Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника”

**ПРОГРАМА**  
комплексного державного екзамену  
для здобуття освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавра  
напряму підготовки  
**6.030502, Економічна кібернетика**

Розроблено та затверджено на засіданні  
кафедри економічної кібернетики

Протокол № 8 від 8 лютого 2016 р.

## ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Державний екзамен з фаху передбачає виконання комплексу атестаційних завдань і є формою кваліфікаційних випробувань щодо об'єктивного визначення рівня якості освітньої та професійної підготовки випускників ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника» ОКР «бакалавр» напряму підготовки «Економічна кібернетика».

Засобами оцінювання рівня професійних знань, умінь та навичок бакалавра, ступеня сформованості їх професійних компетенцій є теоретичні та практичні завдання.

Інформаційною базою формування засобів об'єктивного контролю ступеня досягнення кінцевих цілей освітньо-професійної підготовки є змістові модулі програм нормативних навчальних дисциплін, що формують систему компетенцій бакалавра з економічної кібернетики.

На комплексний державний екзамен виносяться завдання зі змістових модулів програм навчальних дисциплін циклу професійної і практичної підготовки бакалавра за напрямом 6.030502 «Економічна кібернетика», перелік яких визначає ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника». Варіативна частина освітньо-професійної програми підготовки бакалавра галузі знань 0305 «Економіка та підприємництво» напряму підготовки 6.030502 «Економічна кібернетика».

ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника» забезпечує членів екзаменаційної комісії еталонними рішеннями контролюючих завдань фонду засобів оцінювання.

Комплексний кваліфікаційний екзамен складається з двох частин:

Перша частина – перевірка знань теорії, що формує уміння, зазначені у ГСВО МОНУ «Освітньо-професійна програма підготовки бакалавра» для галузі знань 0305 «Економіка та підприємництво», напряму підготовки 6.030502 «Економічна кібернетика».

Друга частина – розв'язання практичної задачі, що дозволяє перевірити сформованість відповідних умінь та навичок.

Тривалість екзамену – 4 академічні години.

Теоретична частина та розв'язок задач оформлюється в письмовій формі.

При складанні завдань були враховані вимоги кваліфікаційної характеристики бакалавра за напрямом підготовки 6.030502 «Економічна кібернетика» і вимоги діючих навчальних програм з циклу професійно-орієнтованих дисциплін. Зміст завдань відповідає вимогам до змісту та форми кваліфікаційних випробувань і дозволяє визначити всебічно рівень теоретичної та практичної підготовки студента.

## ПРОГРАМОВІ ВИМОГИ

### ОСНОВНІ ПИТАННЯ З ДИСЦИПЛІНИ «ЕКОНОМІЧНА КІБЕРНЕТИКА»

1. Кібернетика як наука про управління. Становлення кібернетики як самостійного наукового напрямку. Об'єкт, предмет та мета кібернетики. Виникнення економічної кібернетики. Об'єкт та предмет дослідження економічної кібернетики.
2. Методологічні основи економічної кібернетики. Методи дослідження. Напрями розвитку економічної кібернетики. Місце економічної кібернетики в комплексі економічних наук. Розвиток економічної кібернетики в Україні.
3. Визначення системи. Елемент системи. Структура системи. Класифікація систем. Макро- і мікропідхід у вивченні систем. Етапи вивчення систем.
4. Системний підхід як методологія наукового пізнання і соціальної практики. Принципи системного підходу. Рівні абстрактного опису систем. Системний аналіз як сукупність методологічних засобів. Етапи становлення і розвитку системного аналізу.
5. Формалізація поведінки системи. Структуризація цілей управління системою.
6. Поняття моделі. Співвідношення між моделлю і оригіналом. Метод моделювання. Визначення моделювання. Підходи до моделювання. Етапи моделювання. Аналіз функцій моделювання. Основні поняття кібернетичного моделювання.
7. Математичне моделювання. Економіко-математичні моделі. Аналогія та моделювання. Методологія економіко-математичного моделювання.
8. Управління, як активна цілеспрямована дія. Умови існування системи управління. Типи систем управління. Принципи та види управління.
9. Оптимальне управління. Зворотний зв'язок. Теорія регулювання. Адаптивне управління. Принципи і закони управління. Критерії оптимального управління. Реалізація оптимального управління. Системи підтримки прийняття рішень.
10. Основні принципи автоматичного регулювання і управління. Регулятори зворотного зв'язку. Елементи теорії лінійних операторів. Кібернетична інтерпретація дій з операторами.
11. Теорія автоматів та її основні застосування. Застосування принципів теорії автоматичного управління (ТАУ) в економіці.
12. Інформація як засіб управління. Поняття інформації. Джерела інформації. Кількісне вимірювання інформації. Невизначеність. Якісне оцінювання інформації. Семіотика. Інформаційні зв'язки. Кодування інформації.
13. Економічна інформація. Економічна семіотика. Потоки економічної інформації. Інформаційні ресурси. Інформаційні технології та системи. Загальна характеристика економічної системи.
14. Функціонування економічних систем. Поняття «ресурс», варіантність використання ресурсів. Системний підхід до дослідження економічної

- системи. Ідентифікація економічної системи. Економічна система як система управління.
15. Виробничі системи. Фінансові системи.
  16. Принципи декомпозиційного аналізу економічних систем. Координація в ієрархічних системах управління. Концепції побудови ієрархічної структури.
  17. Методи декомпозиційного аналізу. Декомпозиція по діях та одиницях та координація результату за допомогою цін. Декомпозиція за діяльністю та одиницями за допомогою лімітації результатів. Комбіновані класи методів.
  18. Процедура аналізу економічної системи. Функціональний аналіз економічних систем. Морфологічний аналіз.
  19. Аналіз попиту та пропозиції. Теорія споживання. Кейнсіанська модель аналізу ринків товару.
  20. Сутність системного підходу до аналізу виробничої системи. Організаційна структура виробничої системи і види організацій. Методи аналізу виробничої системи. Методи контролю виробничих процесів.
  21. Модель Леонтєва «затрати-випуск». Технологічні моделі. Односекторна модель економічної динаміки. Моделювання технічного прогресу. Динамічна модель міжгалузевого балансу.
  22. Метод системної динаміки Дж.Форрестера. Економетричний підхід до аналізу економічних систем. Імітаційний підхід в економічному аналізі.
  23. Загальна задача синтезу об'єкта управління. Загальна задача синтезу системи управління.
  24. Синтез функціональної структури. Синтез організаційної структури.
  25. Проектування автономії підрозділів життєздатної системи. Система регулювання діяльності підрозділів. Управління стабільністю внутрішнього середовища системи.
  26. Моделювання взаємодії системи із зовнішнім середовищем. Прийняття рішень в життєздатній системі. Підхід Ст.Біра до синтезу економічних систем.
  27. Проблеми оптимального функціонування, оптимального розвитку і моделювання оптимальності в економічних системах. Класифікація задач оптимізації економічних систем. Методика розв'язування задач оптимізації.
  28. Загальна задача оптимізації економічних систем. Загальний принцип розв'язання задачі. Принцип Парето. Умови глобального оптимуму.
  29. Методи розв'язування багатокритеріальних задач. Постановка задачі багаторівневої оптимізації. Розв'язування задач багаторівневої оптимізації.
  30. Моделі і методи оптимізації процесів в економіці. Критерії оптимальності. Кількісні методи системного аналізу. Принцип максимуму Понтрягіна.

## ПЕРЕЛІК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бажин И.И. Экономическая кибернетика: Учебное пособие. – М.: Консум, 2004. – 291 с.
2. Баранкевич М.М. Історія виникнення та фундаментальні поняття кібернетики. – Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. І. Франка, 2005. – 40 с.3. Геєць В. М., Лисенко Ю. Г., Вовк В. М., Благун І. С., Вітлинський В. В. Економічна кібернетика: Підручник :У 2 т. – Донецьк : ТОВ "Юго-Восток, Лтд", 2005.
3. Вовк В.М. та ін. Економічна кібернетика. Том 1. – Донецьк: Юго-Восток, 2005. – 565с.
4. Григорків В.С. Економічна кібернетика: Навч. посібник. – Чернівці : Рута, 2006. – 198с.
5. Милов А.В., Тимохин В.Н., Черноус Г.А. Экономическая кибернетика/ В кн.: Конспект лекций по магистерской специальности „Прикладная экономика”. Том I. Базовые модули. –Донецк, 2004, с. 311-418.
6. Мілов О.В., Мілевський С.В. Економічна кібернетика: конспект лекцій. – Х. : Вид. ХНЕУ, 2007. – 59с.
7. Пономаренко Л. А. Основи економічної кібернетики: Підручник. – К.: Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2002. – 432 с.
8. Потехин И П, Гольман А. Ф. Кибернетика для экономистов. – Ижевск, Ин-т экономики и управления УдГУ, 2002. – 189 с.
9. Словарь по кибернетике. Под ред. В. С. Михалевича. – К.: Гл ред. УСЭ им. М. П. Бажана, 1989. –751 с.
10. Шаратов О. Д., Дербенцев В. Д., Семьонов Д.Є. Економічна кібернетика: Навч. посібник. – К. : КНЕУ, 2004. – 231с.11. Шиян А.А. Економічна кібернетика: вступ до моделювання соціальних і економічних систем: навч. посібник – Л. : Магнолія 2006, 2007. – 228с.

## ОСНОВНІ ПИТАННЯ З ДИСЦИПЛІНИ «МОДЕЛЮВАННЯ ЕКОНОМІКИ»

1. Економіка як об'єкт моделювання. Деякі аспекти характеристики економіки та її структури як об'єкта моделювання. Економічні колізії та моделювання економіки. Проблеми методології макроекономічного аналізу. Еволюційна та синергетична економіки. Економіка як складна система з внутрішньо притаманним ризиком. Системні властивості економічних рішень.
2. Концептуальні засади математичного моделювання економіки. Моделювання як метод наукового пізнання. Сутність моделювання. Особливості, принципи математичного моделювання. Нелінійність математичних моделей. Особливості математичного моделювання економіки. Основні поняття та підходи. Випадковість і невизначеність економічного розвитку. Класифікація економіко-математичних моделей. Етапи економіко-математичного моделювання. Перевірка адекватності моделі. Роль прикладних економіко-математичних досліджень.

3. Алгоритмічні (імітаційні) моделі в економіці та підприємстві. Основні аспекти імітаційного моделювання. теоретичні основи методу статистичного моделювання. Моделювання випадкових величин та випадкових подій. Послідовність створення математичних та імітаційних моделей. Побудова концептуальної моделі. Побудова алгоритму згідно з концептуальною моделлю системи. Створення комп'ютерної програми. Моделювання випадкових величин як системотвірна імітаційного процесу моделювання. Приклади імітаційного моделювання.
4. Прикладні математичні моделі фінансово-економічних процесів. Організація рекламної кампанії. Взаємозалік боргів підприємств. Модель оцінювання ринкової вартості підприємства. Спрощені моделі врахування ризику у величині норми дисконту. Імовірнісна модель впливу чинників ризику. Модель вибору інвестиційного проекту з множини альтернативних варіантів. Прогнозування обсягів податкових надходжень з врахуванням ризику. Політичний ризик, валовий внутрішній продукт та зовнішній борг.
5. Виробничі функції. Основні характеристики економіко-математичних моделей. Поняття виробничої функції. Економічний зміст виробничої функції. Загальна характеристика та етапи побудови виробничих функцій. Види виробничих функцій. Двофакторні виробничі функції. Багатофакторні виробничі функції. Макроекономічні виробничі функції.
6. Рейтингове оцінювання та управління в економіці. Актуальність проблеми рейтингового оцінювання та управління в економіці. Концепція рейтингового управління. Моделювання системи рейтингового управління. Моделі та методи рейтингу економічної системи. Рейтинг як засіб класифікації економічних об'єктів. Моделювання рейтингового оцінювання вищого навчального закладу.
7. Моделі поведінки споживачів. Переваги споживача та його функція корисності. Рівняння Слуцького. Коефіцієнт перехресної еластичності попиту. Гіпотеза опуклості стосовно двох наборів благ. Суть граничної норми заміщення
8. Моделі поведінки виробників. Модель фірми. Поведінка фірми на конкурентних ринках. Стратегічна привабливість фірми та цінність напрямку діяльності. Стратегія для формування конкурентних переваг. Ціноутворення на монополізованому ринку. Парето-ефективність у виробництві.
9. Моделі взаємодії споживачів і виробників. Модель Еванса. Модель Вальраса. Теорема Ерроу-Дебре.
10. Мікроекономічне моделювання банківської діяльності. Моделювання діяльності банків. Банки та стохастичне моделювання фінансових потоків. Основні концепції стохастичного моделювання фінансових потоків. Найпростіша мультиплікативна стохастична модель динаміки фінансового ресурсу. Моніторинг стохастичної динаміки фінансового курсу комерційного банку. Рекурентні моделі динаміки фінансових

ресурсів. Багатоетапна динаміка фінансових ресурсів на підставі мультиплікативної стохастичної моделі.

11. Модель міжгалузевого балансу. Балансовий метод. Принципова схема міжгалузевого балансу. Економіко-математична модель міжгалузевого балансу. Коефіцієнти прямих і повних матеріальних витрат. Обчислювальні аспекти розв'язування задач на підставі моделі міжгалузевого балансу. Міжгалузеві балансові моделі в аналізі економічних показників. Застосування балансових моделей у задачах маркетингу
12. Традиційні макроекономічні моделі. Класична модель ринкової економіки. Ринок робочої сили. Ринок грошей. Ринок товарів. Об'єднана (загальна) модель. Модель Кейнса. Кейнсіанський та монетаристський підходи до управління економікою.
13. Односекторні нелінійні моделі макроекономіки. Модель Солоу. Перехідний режим у моделі Солоу. Золоте правило накопичення. Виграш у поточному споживанні – програш в найближчій перспективі. Модель зміни технологічного укладу. Двосекторна модель економіки. Характерні особливості виробничих функцій Солоу. Багатофакторні функції Солоу. Модель Солоу з лінійнооднорідною CES-функцією.
14. Моделі аналізу макроекономічної політики. Аналіз макроекономічної політики. Стабілізація системи. Узгодженість цілей і засобів. Макроекономічна політика і "критика Лукаса". Податки, бюджетний дефіцит і виробництво. Фіскальний аспект динаміки боргу. Моделі інфляції.
15. Загальна модель макроекономічної динаміки. Аналіз ринку товарів і послуг. Аналіз ринку грошей. Функція агрегованого попиту. Агрегована пропозиція. динаміка очікувань. Накопичення приватного багатства. Макроекономічна модель у цілому. Аналіз короткотермінових економічних ефектів.
16. Динаміка державного боргу та сеньйоражу. Ринкова ставка відсотка. Ставка відсотка та дисконтування. Умова арбітражу та ефективний ринок. Розв'язання рівняння арбітражу. Рівняння динаміки суспільного боргу. Загальні умови стабілізації державного боргу. Стійкий розв'язок рівняння боргу. Позики держави і накопичений борг.
17. Аспекти еволюційної теорії економічних змін та еволюційне моделювання. Структура еволюційних моделей. Часткова модель економічного відбору. Марківська модель заміщення чинників виробництва.

## **ПЕРЕЛІК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

1. Благун І.С., Дмитришин Л.І. Моделювання соціально-економічного розвитку регіону в ринкових умовах. Монографія. – Харків, 2007. – 452 с.

2. Богатов О. И., Лысенко Ю. Г., Петренко В. Л., Скобелев В. Г. Рейтинговое управление экономическими системами. – Донецк: Юго-Восток, 1999. – 110 с.
3. Варфоломеев В. И. Алгоритмическое моделирование элементов экономических систем: Практикум. – М.: Финансы и статистика, 2000. – 208 с.
4. Вітлінський В.В. Моделювання економіки: Навч. поїбник. – К.: КНЕУ, 2005. – 408 с.
5. Вітлінський В.В. Моделювання економіки: Навч. посїбник. –К.: КНЕУ, 2003. –408с.
6. Вітлінський В.В., Наконечний С.І. Ризик у менеджменті. – К.: ТОВ «Борисфен-М», 1996. – 336 с.
7. Вовк В.М. Математичні методи дослідження операцій в економіко-виробничих системах. - Львів: Видавничий центр ЛНУ ім.Івана Франка, 2006.- 622с.
8. Вовк В.М., Дрогомирецька З.Б. Основи системного аналізу: Навч. посїбник. –Львів: ВЦ ЛНУ ім. Івана Франка, 2002. -250с.
9. Волошин Г.Я. Методы оптимизации в экономике: Учеб. пос. – М.: «Изд. «Дело и сервис», 2004. – 320 с.
10. Економічна кібернетика: Підручник, у 2 томах. – ТОВ «Юго-Восток, Лтд», 2005.
11. Єріна А.М. Статистичне моделювання та прогнозування: Навч. посїб. – К.: КНЕУ, 2001. – 170 с.
12. Зайченко Ю.П. Дослідження операцій: Підручник. – К., 2001. – 688 с.
13. Зайченко Ю.П. Основи проектування інтелектуальних систем. Навчальний посїбник. – К.: Видавничий Дїм «Слово», 2004. – 352 с.
14. Занг В.-Б. Синергетическая экономика: Время и перемены в нелинейной экономической теории / Пер. с англ. – М.: Мир, 1999. – 335 с.
15. Измайлова К.В. Сучасні технології фінансового аналізу: Навч. посїб. – К.: МАУП, 2003. – 148 с.
16. Клебанова Т.С., Дубровина Н.А., Стрижиченко К.А. Анализ экономического роста. Учебное пособие. – Харьков: Изд. ХГЭУ, 2002. – 224 с.
17. Колемаев В. А. Математическая экономика: Учебник для вузов. – М.:ЮНИТИ, 1998. –240 с.
18. Матвійчук А.В. Аналіз та прогнозування розвитку фінансово-економічних систем із використанням теорії нечіткої логіки. Монографія. – К.: Центр навчальної літератури, 2005. – 206 с.
19. Наливайко А. П. Теорія стратегії підприємства: Сучасний стан та напрямки розвитку. – К.: КНЕУ, 2001. – 227 с.
20. Нельсон Р., Уинтер С. Эволюционная теория экономических изменений. – М.: ЗАО «Финстатинформ», 2000. – 474 с.
21. Ульянченко О.В. Дослідження операцій в економіці: Підручник. Харків: Гриф, 2002 .– 580 с.

## ОСНОВНІ ПИТАННЯ З ДИСЦИПЛІНИ «ЕКОНОМЕТРИКА»

1. Предмет, об'єкт та основні завдання економетрії.
2. Історія розвитку економетрії.
3. Методи економетрії.
4. Зв'язок економетрії з іншими дисциплінами.
5. Поняття економетричної моделі. Задачі, які вирішуються з допомогою економетричних методів та моделей.
6. Структура економетричної моделі та характеристика її складових.
7. Поняття парної узагальненої та вибіркової моделей. Структура моделей та характеристика складових.
8. Причини включення випадкової складової до економетричної моделі.
9. Оцінювання параметрів парної лінійної моделі. Однокроковий метод найменших квадратів. Суть 1МНК.
10. Передумови використання 1МНК для знаходження оцінок параметрів парної лінійної моделі.
11. Теорема Гаусса-Маркова.
12. Властивості оцінок параметрів парної лінійної моделі.
13. Показники міри зв'язку в парній лінійній моделі та їх загальна характеристика.
14. Коефіцієнт парної кореляції та його властивості.
15. Коефіцієнт детермінації та його властивості.
16. Перевірка парної лінійної регресійної моделі на адекватність. F – критерій Фішера.
17. Суть перевірки статистичної значимості оцінок параметрів. t - критерій Ст'юдента.
18. Побудова інтервалів довіри для параметрів узагальненої лінійної моделі.
19. Прогнозування на основі парної лінійної моделі. Точковий та інтервальні прогнози.
20. Види нелінійних економетричних моделей та задачі, які вирішуються з їх допомогою.
21. Поняття квазілінійної моделі.
22. Приклади нелінійних економетричних моделей в мікро- та макроекономіці.
23. Знаходження оцінок параметрів нелінійних економетричних моделей.
24. Схема проведення аналізу на основі нелінійних економетричних моделей.
25. Поняття узагальненої та вибіркової багатофакторних моделей. Структура моделей та задачі, які вирішуються з їх допомогою. Математичний зміст оцінок параметрів багатофакторної моделі.
26. Знаходження оцінок параметрів багатофакторної лінійної моделі. Оператор оцінювання 1МНК.
27. Передумови застосування 1МНК для знаходження оцінок параметрів багатофакторної моделі.
28. Коефіцієнт множинної кореляції та його властивості.
29. Коефіцієнт детермінації в багатофакторній моделі та його властивості.

30. Оцінений коефіцієнт детермінації.
31. Перевірка багатofакторної моделі на адекватність. F- критерій Фішера.
32. Перевірка статистичної значимості оцінок параметрів багатofакторної моделі.
33. Інтервали довіри для параметрів узагальненої багатofакторної моделі.
34. Розрахунок прогнозів на основі багатofакторних моделей. Точковий та інтервальні прогнози.
35. Методи побудови багатofакторної моделі.
36. Поняття мультиколінеарності. Досконала та недосконала мультиколінеарність.
37. Причини виникнення мультиколінеарності.
38. Наслідки мультиколінеарності.
39. Ознаки мультиколінеарності.
40. Тест Феррара-Глобера.
41. Завдання, які вирішуються за допомогою критеріїв Пірсона, Фішера та Стьюдента в алгоритмі Феррара-Глобера.
42. Методи усунення мультиколінеарності.
43. Поняття автокореляції. Різниця між автокореляцією та серійною кореляцією.
44. Причини виникнення автокореляції.
45. Методи тестування автокореляції. Порівняльна характеристика.
46. Наслідки автокореляції та методи їх усунення.
47. Поняття авторегресійної схеми та порядку схеми авторегресії.
48. Поняття гетероскедастичності та гомоскедастичності. Наслідки гетероскедастичності.
49. Основні методи тестування гетероскедастичності: коротка характеристика.
50. Умови застосування та суть параметричного і непараметричного тестів Гольдфельда-Квандта та Глейсера.
51. Методи знаходження оцінок параметрів економетричної моделі у випадку гетероскедастичності: суть та умови застосування.
52. Поняття лагу та лагової змінної. Причини лагів в економіці.
53. Поняття динамічної економетричної моделі. Дистрибутивно-лагові та авторегресивні моделі. Структура моделей.
54. Оцінювання параметрів дистрибутивно-лагових моделей: методи Альта-Тінбергена та Койка.
55. Оцінювання параметрів дистрибутивно-лагових моделей: поліноміальний лаг Ш.Альмона.

### **ПЕРЕЛІК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

1. Грін В. Економетричний аналіз / Пер. з англ. А. Олійник, Р. Ткачук. – К.: Вид-во "Основи", 2005. – 1197 с.
2. Джонстон Дж. Эконометрические методы. – М: Статистика, 1980. –444с.
3. Зельнер А. Байесовские методы в эконометрии. – М.: Статистика, 1980.– 438с.

4. Лук'яненко І., Городніченко Ю. Сучасні економетричні методи у фінансах. – К.: Літера ЛТД, 2002. – 352с.
5. Лук'яненко І., Краснікова Л. Економетрика: Підручник. – К.: Тов. "Знання", КОО, 1998. – 494с.
6. Лук'яненко І., Краснікова Л. Економетрика: Практикум з використанням комп'ютера. – К.: Товариство "Знання", КОО, 1998. – 220с.
7. Магнус Я. Р., Катышев П. К., Пересецкий А. А. Эконометрика. Уч. пособие. – М.: Дело, 1998. – 248с.
8. Медведев М. Е. Економетричні методи моделювання: Навч. посібник. – К.: Вид-во Європ. ун-ту, 2003. – 140с.
9. Наконечний С.І., Терещенко Т.О. Економетрія. – К.: КНЕУ, 2000. – 296с.
10. Наконечний С.І., Терещенко Т.О. Економетрія: Навч.–метод. посібник для самот. вивч. дисц. – К.: КНЕУ, 2001. – 192с.
11. Ржевський СВ. Вступ до економетрії. Навч. Посібник для студентів екон. спец-стей. – К.: Вид-во Європ. Ун-ту фінансів, інформ. систем, менедж. і бізнесу, 1999. –93с.
12. Толбатов Ю.А. Економетрика. – К.: Четверта хвиля, 1997 – 320с.

### **ОСНОВНІ ПИТАННЯ З ДИСЦИПЛІНИ «ДОСЛІДЖЕННЯ ОПЕРАЦІЙ»**

1. Поняття операції. Предмет та завдання дослідження операцій.
2. Історія виникнення та розвиток дослідження операцій
3. Основні етапи дослідження операцій.
4. Основні задачі управління, які розв'язуються методами дослідження операцій.
5. Задача визначення оптимальної виробничої програми.
6. Задача оптимального розподілу виробничих потужностей.
7. Задача про призначення на посаду.
8. Задача комівояжера.
9. Задача оптимального розподілу капіталовкладень.
10. Економічна і математична постановка задачі лінійного програмування.
11. Канонічна форма запису задачі лінійного програмування.
12. Правила зведення задачі лінійного програмування до канонічного виду.
13. Основні етапи графічного розв'язку задачі лінійного програмування.
14. Графічне тлумачення задачі лінійного програмування.
15. Альтернативний оптимум та його графічне тлумачення.
16. Алгоритм прямого симплекс-методу.
17. Метод штучного базису.
18. Алгоритм двоїстого симплекс-методу.
19. Правила побудови двоїстої задачі.
20. Симетричні і несиметричні двоїсті задачі.
21. Теореми двоїстості та їх економічний зміст.
22. Взаємозв'язок між прямою і двоїстою задачами лінійного програмування.
23. Економічна інтерпретація прямої і двоїстої задач лінійного програмування.

24. Двоїсті оцінки та статус ресурсів в околі оптимального плану задачі лінійного програмування.
25. Оцінка рентабельності продукції та рівня дефіцитності ресурсів.
26. Економічна та математична постановка транспортної задачі.
27. Правила побудови першого опорного плану транспортної задачі.
28. Випадок виродженості опорного плану транспортної задачі.
29. Умови існування розв'язку транспортної задачі.
30. Метод потенціалів.
31. Двоетапна транспортна задача.
32. Постановка задачі параметричного програмування.
33. Цілочислове програмування. Приклади економічних задач цілочислового програмування.
34. Метод Гоморі.
35. Прямі методи одновимірного пошуку: дихотомічний пошук.
36. Прямі методи одновимірного пошуку: метод золотого перерізу.
37. Прямі методи одновимірного пошуку: метод Фібоначчі.
38. Прямі методи багатовимірного пошуку: метод конфігурацій.
39. Прямі методи багатовимірного пошуку: метод Розенброка.
40. Методи пошуку екстремуму першого та другого порядку: загальна характеристика методів.
41. Градієнтні методи (нелінійне програмування). Метод Франка-Вулфа.

#### **ПЕРЕЛІК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

1. Даффин Р. Геометрическое программирование. – М.: Мир. – 308 с.
2. Дослідження операцій: методичні вказівки до проведення практичних та лабораторних занять з дисципліни «Дослідження операцій» / Пілько А.Д.; Прикарп. нац. Ун-т ім. В. Стефаника. – Івано-Франківськ, 2012 – 64с.
3. Зайченко Ю.П. Дослідження операцій / Ю.П. Зайченко. – К.: Слово. – 2001. – 688 с.
4. Зайченко Ю.П. Исследование операций / Ю.П. Зайченко. – К.: Вища школа. – 552 с.
5. Кондур О.С. Математика для економістів: теорія та застосування. Економіко-математичне моделювання / Т.І. Готинчан, В.С. Дронь, О.С. Кондур, В.П. Лавренчук – Чернівці: ЧНУ 2012р. – 184с.
6. Лэдсон Л. Оптимизация больших систем. – М.: Наука. – 431 с.
7. Михайлович В.С., Кукса А.И. Методы последовательной оптимизации в дискретных сетевых задачах оптимального распределения ресурсов. – М.: Наука. – 208 с.
8. Навчально-методичний посібник до практичних занять з курсу «Математичні методи оптимізації» для студентів магістратури усіх спеціальностей / Уклад. О.Ю. Зайченко. – К.: Політехніка. – 88 с.
9. Ульяновченко О.В. Дослідження операцій в економіці \ О.В. Ульяновченко. – Харків, «Триф», 2002.
10. Хедли Дж. Нелинейное и динамическое программирование. – М.: Мир. – 352 с.

## ЗРАЗКИ ТИПОВИХ ЗАДАЧ

### *Задача з дисципліни «Економічна кібернетика».*

Для тригалузевої економічної системи задані матриця коефіцієнтів прямих матеріальних витрат і вектор кінцевої продукції:

$$A = \begin{pmatrix} 0,3 & 0,1 & 0,4 \\ 0,2 & 0,5 & 0,0 \\ 0,3 & 0,1 & 0,2 \end{pmatrix}; Y = \begin{pmatrix} 200 \\ 100 \\ 300 \end{pmatrix}.$$

Обчислити коефіцієнти повних матеріальних витрат і вектор валової продукції, а також заповнити схему міжгалузевого матеріального балансу.

### *Розв'язок.*

1. Обчислимо матрицю коефіцієнтів повних матеріальних витрат за допомогою формул обернення невироджених матриць:

а) знаходимо матрицю  $(E-A)$ :

$$(E-A) = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} 0,3 & 0,1 & 0,4 \\ 0,2 & 0,5 & 0,0 \\ 0,3 & 0,1 & 0,2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0,7 & -0,1 & -0,4 \\ -0,2 & 0,5 & -0,0 \\ -0,3 & -0,1 & 0,8 \end{pmatrix};$$

б) обчислимо визначник цієї матриці:

$$|E-A| = \begin{vmatrix} 0,7 & -0,1 & -0,4 \\ -0,2 & 0,5 & -0,0 \\ -0,3 & -0,1 & 0,8 \end{vmatrix} = 0,196;$$

в) транспонуємо матрицю  $(E-A)$ :

$$|E-A|' = \begin{vmatrix} 0,7 & -0,1 & -0,3 \\ -0,1 & 0,5 & -0,1 \\ -0,4 & 0,0 & 0,8 \end{vmatrix};$$

г) знайдемо алгебраїчні доповнення для елементів матриці  $|E-A|'$ :

$$A_{11} = (-1)^2 \begin{vmatrix} 0,5 & -0,1 \\ 0,0 & 0,8 \end{vmatrix} = 0,40;$$

$$A_{22} = (-1)^4 \begin{vmatrix} 0,7 & -0,3 \\ -0,4 & 0,8 \end{vmatrix} = 0,44;$$

$$A_{12} = (-1)^3 \begin{vmatrix} -0,1 & -0,1 \\ -0,4 & 0,8 \end{vmatrix} = 0,12;$$

$$A_{23} = (-1)^5 \begin{vmatrix} 0,7 & -0,2 \\ -0,4 & 0,0 \end{vmatrix} = 0,08;$$

$$A_{13} = (-1)^4 \begin{vmatrix} -0,1 & 0,5 \\ -0,4 & 0,0 \end{vmatrix} = 0,20;$$

$$A_{31} = (-1)^4 \begin{vmatrix} -0,2 & -0,3 \\ 0,5 & -0,1 \end{vmatrix} = 0,17;$$

$$A_{13} = (-1)^4 \begin{vmatrix} -0,1 & 0,5 \\ -0,4 & 0,0 \end{vmatrix} = 0,20;$$

$$A_{33} = (-1)^6 \begin{vmatrix} 0,7 & -0,2 \\ -0,1 & 0,5 \end{vmatrix} = 0,33.$$

$$A_{21} = (-1)^3 \begin{vmatrix} -0,2 & -0,3 \\ 0,0 & 0,8 \end{vmatrix} = 0,16;$$

Отже, приєднана до матриці  $(E-A)$  матриця має вигляд:

$$\overline{(E-A)} = \begin{pmatrix} 0,40 & 0,12 & 0,20 \\ 0,16 & 0,44 & 0,08 \\ 0,17 & 0,10 & 0,33 \end{pmatrix};$$

д) знаходимо матрицю коефіцієнтів повних матеріальних витрат:

$$B=(E-A)^{-1} = \begin{pmatrix} 2,041 & 0,612 & 1,020 \\ 0,816 & 2,245 & 0,408 \\ 0,867 & 0,510 & 1,684 \end{pmatrix}.$$

2. Знаходимо обсяги валової продукції трьох галузей (вектор  $X$ ):

$$X=BY = \begin{pmatrix} 2,041 & 0,612 & 1,020 \\ 0,816 & 2,245 & 0,408 \\ 0,867 & 0,510 & 1,684 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 200 \\ 100 \\ 300 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 775,3 \\ 510,1 \\ 729,6 \end{pmatrix}.$$

4. Для обчислення елементів першого квадранта матеріального міжгалузевого балансу скористаємося формулою  $x_{ij} = a_{ij}X_j, i, j = 1, \dots, n$ .

Для отримання елементів першого квадранта необхідно елементи першого стовпчика матриці  $A$  перемножити на величину  $X_1=775,3$ , елементи другого стовпчика матриці  $A$  – на  $X_2=510,1$ ; елементи третього стовпчика матриці  $A$  – на  $X_3=729,6$ .

Складові третього квадранта (умовна чиста продукція) знаходять як різницю між обсягами валової продукції та сумами елементів відповідних стовпчиків першого квадранта.

Четвертий квадрант у наведеному прикладі складається лише з одного показника й слугує, зокрема, для контролю правильності обчислень: сума елементів другого квадранта повинна (у вартісному матеріальному балансі) збігатися із сумою елементів третього квадранта.

Результати обчислень подано у вигляді таблиці.

Таблиця 1.

Міжгалузевий баланс виробництва і розподілу продукції

Галузі-виробники	Галузі-споживачі			Кінцева продукція	Валова продукція
	1	2	3		
1	232,6	51,6	291,8	200	775,3
2	155,1	255	0	100	510,1
3	232,6	51	145,9	300	729,6
Умовно чиста продукція	155	153,1	291,9	600	-
Валова продукція	775,3	510,1	729,6	-	2015

**Відповідь.**

$$B = \begin{pmatrix} 2,041 & 0,612 & 1,020 \\ 0,816 & 2,245 & 0,408 \\ 0,867 & 0,510 & 1,684 \end{pmatrix}; X = \begin{pmatrix} 775,3 \\ 510,1 \\ 729,6 \end{pmatrix}.$$

**Задача з дисципліни «Моделювання економіки».**

Функція корисності для двох благ має вигляд  $u = 4Q_1^{3/4}Q_2^{1/4}$ . Ціни благ рівні відповідно  $P_1 = 3$  грошові одиниці,  $P_2 = 2$  грошові одиниці, дохід споживача обмежений величиною  $I = 6$  грошових одиниць.

Визначити оптимальний розподіл благ  $Q_1$  та  $Q_2$ .

**Розв'язок.**

Згідно умов задачі рівняння лінії бюджетного обмеження  $P_1Q_1 + P_2Q_2 = I$  і функція Лагранжа  $L(Q_1, Q_2, \lambda)$  відповідно набудуть вигляду  $3Q_1 + 2Q_2 = 6$  і  $L(Q_1, Q_2, \lambda) = 4Q_1^{3/4}Q_2^{1/4} - \lambda(3Q_1 + 2Q_2 - 6)$ . Випишемо систему рівнянь і знайдемо її розв'язок:

$$\begin{cases} \frac{\partial L}{\partial Q_1} \equiv 3Q_1^{-1/4}Q_2^{1/4} - 3\lambda = 0, \\ \frac{\partial L}{\partial Q_2} \equiv Q_1^{3/4}Q_2^{-3/4} - 2\lambda = 0, \\ \frac{\partial L}{\partial \lambda} \equiv -(3Q_1 + 2Q_2 - 6) = 0; \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} Q_2 = \lambda^4 Q_1, \\ \lambda^{-3} - 2\lambda = 0, \\ 3Q_1 + 2Q_2 = 6; \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} Q_1 = \frac{6}{3 + 2\lambda^4}, \\ Q_2 = \frac{6\lambda^4}{3 + 2\lambda^4}, \\ \lambda^4 = 0,5; \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} Q_1 = 1,5; \\ Q_2 = 0,75, \\ \lambda^4 = 0,5. \end{cases}$$

Таким чином, точка умовного екстремуму функції корисності  $u = 4Q_1^{3/4}Q_2^{1/4}$  має координати  $(1,5; 0,75)$ . Значення функції корисності в точці умовного екстремуму  $u^* = 3 \cdot 2^{3/4}$  наведені на рисунку (лінія рівня, яка відповідає  $u^* = 3 \cdot 2^{3/4}$ , виділена жирним).

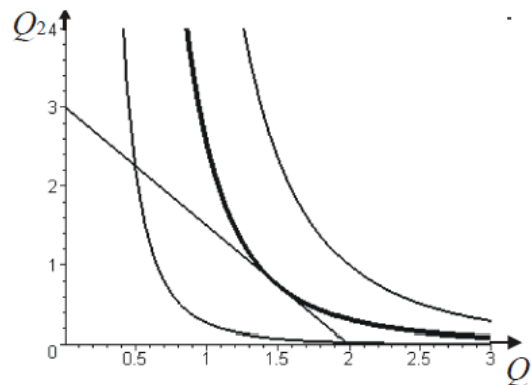


Рис. 1. Лінії рівня функції корисності і лінія бюджетного обмеження

**Відповідь.**

$$u^*(1,5; 0,75) = 3 \cdot 2^{3/4}.$$

**Задача 1 з дисципліни «Економетрика».**

Залежність, яка характеризує співвідношення між валовим збором цукрового буряка ( $X$ , тис.т) та обсягом випуску цукру-піску ( $Y$ , тис.т) в регіоні за 10 звітних періодів представлено розподілом:

<b>Y</b>	37	37	36	36	28	23	26	21	24	22
<b>X</b>	443	431	427	424	279	222	245	201	195	199

Для заданої залежності потрібно:

1. визначити оцінки  $\hat{b}_0$  і  $\hat{b}_1$  для параметрів  $B_0$  і  $B_1$  парної лінійної регресії за 1МНК. Записати теоретичне рівняння регресії;
2. зобразити графічно фактичний розподіл і теоретичну лінію регресії
3. знайти коефіцієнти кореляції і детермінації;
4. зробити висновки

**Розв'язок.**

1. Визначення оцінок параметрів парної лінійної регресійної моделі:

$$\hat{b}_1 = \frac{\text{cov}(x, y)}{\text{var}(x)} ; \hat{b}_0 = \bar{y} - \hat{b}_1 \bar{x}$$

$x$	$y$	$x - \bar{x}$	$y - \bar{y}$	$(x - \bar{x})^2$	$(y - \bar{y})^2$	$(x - \bar{x}) \times (y - \bar{y})$	$\hat{y}$
443	37	136,4	8	18604,9	64	1091,2	37,18
431	37	124,4	8	15475,3	64	995,2	36,46
427	36	120,4	7	14496,1	49	842,8	36,22
424	36	117,4	7	13782,7	49	821,8	36,04
279	28	-27,6	-1	761,76	1	27,6	27,34
222	23	-84,6	-6	7157,16	36	507,6	23,92
245	26	-61,6	-3	3794,56	9	184,8	25,3
201	21	-105,6	-8	11151,3	64	844,8	22,66
195	24	-111,6	-5	12454,5	25	558	22,3
199	22	-107,6	-7	11577,7	49	753,2	22,54
$\Sigma$				109256,4	410	6627	

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} = \frac{3066}{10} = 306,6 ; \bar{y} = \frac{\sum y}{n} = \frac{290}{10} = 29 ;$$

$$\text{cov}(x, y) = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{n} ; \text{var}(x) = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n} ;$$

$$\text{cov}(x, y) = \frac{6627}{10} = 662,7 ; \text{var}(x) = \frac{109256,4}{10} = 10925,64 ;$$

$$\hat{b}_1 = \frac{662,7}{10925,64} = 0,061 ; \hat{b}_0 = 29 - 0,061 \cdot 306,6 = 10,297 .$$

Теоретичне рівняння регресії має вигляд:  $\hat{y} = 10,297 + 0,061x$ .

2. Графічне представлення фактичного розподілу та теоретичного рівняння регресії.

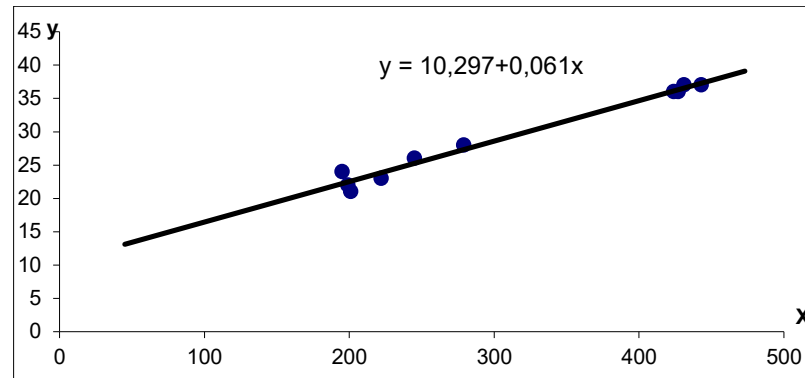


Рис. 2. Фактичний розподіл та теоретичне рівняння регресії

3. Коефіцієнти кореляції та детермінації.

$$r_{xy} = \frac{\text{cov}(x, y)}{\sqrt{\text{var}(x) \cdot \text{var}(y)}}; \quad R^2 = r_{xy}^2;$$

$$\text{var}(y) = \frac{\sum (y_i - \bar{y})^2}{n} = \frac{410}{10} = 41;$$

$$r_{xy} = \frac{662,7}{\sqrt{10925,64 \cdot 41}} = 0,99; \quad R^2 = 0,99^2 = 0,9801.$$

### **Висновки.**

Теоретична модель залежності обсягів випуску цукру-піску ( $y$ ) від валового збору цукрового буряка ( $x$ ) має вигляд:  $\hat{y} = 10,297 + 0,061x$ , тобто із збільшенням валового збору цукрового буряка на 1 т, обсяг випуску цукру зростає на 0,061 т. При відсутності збору цукрового буряка, цукрові заводи регіону виготовлять 10,297 т цукру, тобто фактично працюватимуть на сировині, завезеній з-за меж регіону.

Залежність є прямою, що підтверджує коефіцієнт кореляції ( $r_{xy} > 0$ ) та тісною ( $r_{xy} = 0,99$ ,  $r_{xy} \rightarrow 1$ ).

Коефіцієнт детермінації показує, що варіація факторної ознаки (валовий збір цукрового буряка) на 98,01% визначає варіацію результуючої ознаки (виробництво цукру-піску). Звідси легко побачити, що варіація всіх решти факторів не врахованих в моделі пояснює варіацію результуючої ознаки на 1,99%. Можна зробити попередні висновки про адекватність моделі.

### **Задача 2 з дисципліни «Економетрика».**

Дослідити чи існує мультиколінеарність в масиві факторних змінних, якщо  $n = 10$ ,  $m = 3$ . Кореляційна матриця має вигляд:

$$R = \begin{pmatrix} 1 & 0,722558 & -0,43638 \\ 0,722558 & 1 & -0,87103 \\ -0,43638 & -0,87103 & 1 \end{pmatrix}$$

### Розв'язання

Застосуємо алгоритм Феррара-Глобера, в якому передбачено використання критеріїв Пірсона, Фішера і Стьюдента.

1. Обчислюємо критерій  $\chi^2$ :

$$\chi^2_{\text{розрах}} = -(n-1 - \frac{1}{6}(2m+5)) \ln|R|$$

$$\chi^2_{\text{розрах}} = -(10-1 - \frac{1}{6}(2 \times 3 + 5))(-2,55007) = 18,2755$$

Розрахункове (фактичне) значення  $\chi^2_{\text{розрах}}$  порівнюємо з критичним (табличним)  $\chi^2_{\text{кр}} = 7,8$ . Так як  $\chi^2_{\text{розрах}} > \chi^2_{\text{кр}}$ , то в масиві факторних ознак існує мультиколінеарність.

2. Розраховуємо  $F$  – критерій:  $F_k = (c_{kk} - 1) \frac{n-m}{m-1}$ ,

$$C = R^{-1} = (X^{*tr} X^*)^{-1} = \begin{pmatrix} 3,090606 & -4,38617 & -2,47181 \\ -4,38617 & 10,36901 & 7,117695 \\ -2,47181 & 7,117695 & 6,121091 \end{pmatrix}$$

$$F = \begin{pmatrix} 7,317 \\ 32,792 \\ 17,924 \end{pmatrix}; F_{\text{кр}} = 4,74$$

Оскільки всі без винятку розрахункові значення  $F$  – критерію є більшими за критичні, то кожна з пояснюючих змінних є мультиколінеарною з іншою.

3. Знаходимо значення частинних коефіцієнтів кореляції:

$$r_{kj} = -\frac{c_{kj}}{\sqrt{c_{kk}c_{jj}}}$$

$$r_{12} = -\frac{-4,38617}{\sqrt{3,090606 \times 10,36901}} = 0,774809;$$

$$r_{13} = -\frac{-2,47181}{\sqrt{3,090606 \times 6,121091}} = 0,5683;$$

$$r_{23} = -\frac{7,117695}{\sqrt{10,36901 \times 6,121091}} = -0,89342 .$$

Виходячи зі значень коефіцієнтів частинної кореляції, можна зробити висновок, що:

зв'язок між першою і другою факторними змінними є тісним, не приймаючи до уваги вплив третьої факторної змінної;

зв'язок між першою і третьою змінними є середнім не приймаючи до уваги вплив другої змінної;

зв'язок між другою і третьою змінними є тісним, якщо не приймати до уваги вплив першої змінної.

4. Обчислюємо розрахункові значення  $t$  – критеріїв та перевіряємо статистичну значимість частинних коефіцієнтів кореляції:

$$t_{kj} = \frac{r_{kj} \sqrt{n - m}}{\sqrt{1 - r_{kj}^2}}$$

$$t_{12} = 3,2426; \quad t_{13} = 1,8274; \quad t_{23} = -5,2619 ;$$

$$t_{кр} = 2,365 .$$

Оскільки  $|t_{12}| > t_{кр}$ ,  $|t_{23}| > t_{кр}$ , то частинні коефіцієнти кореляції  $r_{12}$ ,  $r_{23}$  є статистично значимими. Це означає, що перша і друга, а також друга і третя факторні змінні є мультиколінеарними.

**Задача 1 з дисципліни «Дослідження операцій».**

Нехай задано такі техніко-економічні показники виробництва продукції підприємством:

Ресурс	Норма витрат на одиницю продукції, од.				Запас ресурсу
	A	B	C	D	
1	2	3	0	1	50
2	0	2	3	1	350
3	1	1	1	1	100
Дохід від реалізації одиниці продукції, гр.од.	5	10	15	9	

1. Сформулювати математичну модель даної задачі лінійного програмування та двоїстої до неї.
2. Записати оптимальні плани та значення цільових функцій прямої та двоїстої задач.
3. Визначити статус ресурсів прямої задачі. Який ресурс є найдефіцитнішим?

**Розв'язок.**

1. Сформулюємо математичну модель прямої задачі лінійного програмування та двоїстої до неї:

Пряма задача:

$$Z = 5x_1 + 10x_2 + 15x_3 + 9x_4 \rightarrow \max$$

$$2x_1 + 3x_2 + x_4 \leq 50,$$

$$2x_2 + 3x_3 + x_4 \leq 350,$$

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 \leq 100,$$

$$x_j \geq 0, \quad j = \overline{1,4}$$

Двоїста задача:

$$F = 50y_1 + 350y_2 + 100y_3 \rightarrow \min$$

$$2y_1 + y_3 \geq 5,$$

$$3y_1 + 2y_2 + y_3 \geq 10,$$

$$3y_2 + y_3 \geq 15,$$

$$y_1 + y_2 + y_3 \geq 9,$$

$$y_i \geq 0, \quad y = \overline{1,3}$$

2. Знайдемо оптимальний план прямої задачі симплекс-методом, попередньо записавши її в канонічному вигляді.

$$Z = 5x_1 + 10x_2 + 15x_3 + 9x_4 + 0y_1 + 0y_2 + 0y_3 \rightarrow \max$$

$$\begin{aligned}
2x_1 + 3x_2 + x_4 + y_1 &= 50, \\
2x_2 + 3x_3 + x_4 + y_2 &= 350, \\
x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + y_3 &= 100, \\
x_j \geq 0, \quad j = \overline{1,4}, \quad y_i \geq 0, \quad i = \overline{1,3}
\end{aligned}$$

↓

$c_j^0$	$x_j^0$	$c_j$ $b_i$	5	10	15	9	0	0	0
			$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$y_1$	$y_2$	$y_3$
0	$y_1$	50	2	3	0	1	1	0	0
0	$y_2$	350	0	2	3	1	0	1	0
0	$y_3$	100	1	1	* 1 *	1	0	0	1
	$\Delta_j$	0	-5	-10	-15	-9	0	0	0
0	$y_1$	50	2	3	0	1	1	0	0
0	$y_2$	50	-3	-1	0	-2	0	1	-3
15	$x_3$	100	1	1	1	1	0	0	1
	$\Delta_j$	1500	10	5	0	6	0	0	15

←

Таким чином,  $Z_{\max} = 1500$

$$x_{\max} = \begin{pmatrix} x_1 = 0 \\ x_2 = 0 \\ x_3 = 100 \\ y_1 = 50 \\ y_2 = 50 \\ y_3 = 0 \end{pmatrix}$$

З економічної точки зору, максимально можливий дохід 1500 гр.од. підприємство може отримати в тому випадку, коли буде виготовляти 100 од. продукції третього виду при заданих ресурсних обмеженнях.

Згідно з першою теоремою двоїстості, можемо знайти оптимальний план двоїстої задачі:  $Y_{opt} = \bar{c}_{0az} \times D^{-1} = (0 \ 0 \ 15) \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & -3 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = (0 \ 0 \ 15)$

$$F_{\min} = 100 \times 15 = 1500.$$

3. Визначаємо статус ресурсів. Для цього підставляємо оптимальний план прямої задачі в систему обмежень цієї задачі:

$$\begin{aligned}
2 \cdot 0 + 3 \cdot 0 + 0 \cdot 100 + 1 \cdot 0 &\leq 50, & 0 &\leq 50, \\
0 \cdot 0 + 2 \cdot 0 + 3 \cdot 100 + 1 \cdot 0 &\leq 350, & 300 &\leq 350, \\
1 \cdot 0 + 1 \cdot 0 + 1 \cdot 100 + 1 \cdot 0 &\leq 100, & 100 &\leq 100.
\end{aligned}$$

### **Висновки.**

Як бачимо, перше і друге обмеження виконуються як строгі нерівності (перший ресурс взагалі не використовується в виробничому процесі при запасі 50 од., другого ресурсу використовується 300 од. при запасі 350 од.). Третій ресурс використовується повністю, тобто є дефіцитним.

До подібних висновків можна прийти, аналізуючи значення елементів вектора двоїстих оцінок:  $Y_{opt} = (0 \ 0 \ 15)$ . Перші дві двоїсті оцінки є нульовими, тобто ресурси є в надлишку, третя двоїста оцінка є додатною, тобто відповідний ресурс є дефіцитним.

### **Задача 2 з дисципліни «Дослідження операцій».**

Інвестиційна компанія вирішує задачу формування портфеля цінних паперів. Фінансові ресурси фірми можуть використовуватися для інвестування в три види цінних паперів: А, В і С. При інвестуванні в цінні папери А компанія отримає через рік прибуток в розмірі 0,5 грн. на кожен вкладений гривню. Інвестування в цінні папери В дає змогу отримати прибуток в розмірі 2 грн на кожен інвестовану гривню, але через два роки. При інвестуванні в цінні папери С компанія отримає прибуток 3 грн. на кожен вкладений гривню, але тільки через 3 роки від початку інвестицій. Записати економіко-математичну модель за допомогою якої можна визначити, як потрібно розпорядитися початковим капіталом в сумі 1000000 грн, щоб максимізувати загальний грошовий дохід, який можна отримати через 3 роки після початку інвестування. При цьому передбачається, що увесь дохід, отриманий від інвестування в будь-який вид цінних паперів в звітному періоді повинен бути реінвестований в цінні папери заданих видів чи хоча б один з них.

*Розв'язання.* Позначимо через  $x_{ij}$  — суму інвестованих коштів у  $i$ -му році в проект  $j$ -й вид цінних паперів ( $i = \overline{1,3}; j = \overline{1,3}$ ). Складемо план руху коштів за 3 роки.

Рік	Показник	Вид цінного паперу		
		А	В	С
1	Доступні кошти на початок звітного періоду, млн. грн.	1		
	Інвестиція, млн. грн.	$x_{11}$	$x_{12}$	$x_{13}$
	Дохід на кінець звітного періоду, млн. грн.	$1,5x_{11}$	--	--

2	Доступні кошти на початок звітного періоду, млн. грн.	$1 - (x_{11} + x_{12} + x_{13}) + 1,5x_{11}$		
	Інвестиція, млн. грн.	$x_{21}$	$x_{22}$	--
	Дохід на кінець звітного періоду, млн. грн.	$1,5x_{21}$	$3x_{12}$	--
3	Доступні кошти на початок звітного періоду, млн. грн.	$1 - (x_{11} + x_{12} + x_{13}) + 1,5x_{11} - (x_{21} + x_{22}) + 1,5x_{21} + 3x_{12}$		
	Інвестиція, млн. грн.	$x_{31}$	--	--
	Дохід на кінець звітного періоду, млн. грн.	$1,5x_{31}$	$3x_{22}$	$4x_{13}$

Дана схема дає змогу записати математичну модель задачі знаходження оптимального з точки зору максимізації доходу плану інвестування в цінні папери.

Цільова функція задачі відображає максимізацію грошового доходу компанії після трьох років інвестиційної діяльності

$$L = 1,5x_{31} + 3x_{22} + 4x_{13} \rightarrow \max .$$

Обмеження моделі записуються згідно з такою умовою: розмір коштів, інвестованих у поточному році, не може перевищувати суми залишку коштів минулого року та доходу за минулий рік:

$$\text{для 1-го року } x_{11} + x_{12} + x_{13} \leq 1;$$

$$\text{для 2-го року } x_{21} + x_{22} \leq 1 - (x_{11} + x_{12} + x_{13}) + 1,5x_{11};$$

$$\text{для 3-го року } x_{31} \leq 1 - (x_{11} + x_{12} + x_{13}) + 1,5x_{11} - (x_{21} + x_{22}) + 1,5x_{21} + 3x_{12} .$$

Виконавши елементарні перетворення, отримаємо наступну економіко-математичну модель:

$$L = 1,5x_{31} + 3x_{22} + 4x_{13} \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} x_{11} + x_{12} + x_{13} \leq 1; \\ -1,5x_{11} + x_{21} + x_{22} \leq 0; \\ -3x_{12} - 1,5x_{21} + x_{31} \leq 0. \end{cases}$$

$$x_{ij} \geq 0, i = \overline{1,3}, j = \overline{1,3}$$

**Зразок тестових завдань**

1. У випадку, коли для деякої економетричної моделі  $R^2 = 0,932$ , то можна зробити наступний висновок:

- а) модель є адекватною;
- б) модель є неадекватною;
- в) оцінки параметрів є статистично значимими;
- г) оцінки параметрів є статистично не значимими.

2. Розв'язок задачі багатовекторної оптимізації методами згортки передбачас:

- а) проведення згортки всіх локальних цільових функцій в одну глобальну з присвоєнням кожній локальній функції відповідного вагового коефіцієнта;
- б) встановлення абсолютної величини похибки за кожним з локальних критеріїв;
- в) виявлення одного найважливішого критерію, котрий приймається за глобальний, а всі решта локальних критеріїв переводяться до розряду обмежень;
- г) використання угорського методу.

### **КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ**

Загальні вимоги до виконання екзаменаційних завдань, що забезпечують максимальну оцінку:

- здатність до застосування знань, їх диференціювання, інтеграції та уніфікації аналізу фактів, прогнозу результатів;
- правильність та повнота рішень;
- грамотність, лаконізм і логічна послідовність викладу.

### **СТРУКТУРА ЕКЗАМЕНАЦІЙНОГО БІЛЕТУ ДЕРЖАВНОГО ЕКЗАМЕНУ**

<b>Структура екзаменаційного білету</b>	<b>Максимальна кількість балів</b>
1. Теоретичне питання з дисципліни «Економічна кібернетика»	20
2. Теоретичне питання з дисципліни «Моделювання економіки»	20
3. Практичне завдання з дисципліни «Економетрика»	25

4. Практичне завдання з дисципліни «Дослідження операцій»	25
5. Тестовий контроль з дисциплін	10

## СИСТЕМА РЕЙТИНГОВИХ БАЛІВ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

### 1. Система оцінювання теоретичних питань фахових дисциплін:

Ваговий бал – 20

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 20-18 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 70% потрібної інформації, або незначні неточності) – 17-15 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 50% потрібної інформації та деякі помилки) – 14-12 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь – 0 балів.

Максимальна кількість рейтингових балів за теоретичні питання дорівнює :

$$R_t(\text{фах.}) = 40 \text{ балів}$$

### 2. Система оцінювання практичних завдань:

Ваговий бал – 25

- «відмінно», повне безпомилкове розв'язування завдання – 25-23 балів;
- «добре», повне розв'язування завдання з несуттєвими неточностями – 22-19 балів;
- «задовільно», завдання виконане з певними недоліками – 18-15 балів;
- «незадовільно», завдання не виконано – 0 балів.

Максимальна кількість рейтингових балів за практичні завдання дорівнює :

$$R_{\text{пр}}(\text{фах.}) = 50 \text{ балів}$$

### 3. Система оцінювання тестового контролю з дисциплін:

Ваговий бал – 10

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 10 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 70% потрібної інформації, або незначні неточності) – 9-8 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 50% потрібної інформації та деякі помилки) – 7-6 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь – 0 балів.

Максимальна кількість рейтингових балів за Тестовий контроль з

дисциплін дорівнює :

$$R_T(\text{тест}) = 10 \text{ балів}$$

Максимальна кількість рейтингових балів за комплексне вступне випробування складає :

$$RD = R_T(\text{фах.}) + R_{\text{пр}}(\text{фах.}) + R_T(\text{тест}) = 100 \text{ балів.}$$

Сума рейтингових балів за комплексне вступне випробування переводиться до екзаменаційної оцінки згідно з таблицею :

Бали RD	ECTS - оцінка	Екзаменаційна оцінка	
90 – 100	<b>A</b>	Відмінно	5
80 – 89	<b>B</b>	Добре	4
70 – 79	<b>C</b>		
60 – 69	<b>D</b>	Задовільно	3
50 – 59	<b>E</b>		
26 – 49	<b>FX</b>	Незадовільно	2
0-25	<b>F</b>		

Підсумкова оцінка комплексного кваліфікаційного випробування на державному екзамені складається із сумарної оцінки за виконання завдань.

У випадках отримання загальної оцінки «незадовільно» (F) або «незадовільно» (FX) студент має право повторно скласти екзамен лише через рік.

Результати перевірки заносяться у «Відомість», що є офіційним документом й передається в експертну комісію вузу для оцінки в цілому.

На умовах конкурсу отриманих оцінок за результатами здачі комплексного кваліфікаційного державного екзамену на рівень бакалавра і поточного рейтингу приймається рішення про продовження навчання на кваліфікаційний рівень «спеціаліст» або «магістр».