

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кафедра економічної кібернетики

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Декан факультету інформаційних технологій

д.пед.н., проф. Глазунова О.Г.

“_____” _____ 2021 р.

«СХВАЛЕНО»

на засіданні кафедри економічної кібернетики

Протокол № 10 від _20_05_2021 р.

д.е.н., проф. _____ Жерліцин Д.М.

”РОЗГЛЯНУТО”

Гарант ОП «Економічна кібернетика»

доц., Клименко Н.А.

Гарант ОП «Цифрова економіка»

Проф., Жерліцин Д.М.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Оптимізаційні методи та моделі

спеціальність 051 «Економіка»

освітня програма Економічна кібернетика
Цифрова економіка

Факультет Інформаційних технологій

Розробники: _____ доц., к.е.н. Рогоза Н.А.

Київ – 2021 р.

1. Опис навчальної дисципліни

“Оптимізаційні методи та моделі”

Галузь знань, напрям підготовки, спеціальність, освітній ступінь		
Освітній ступінь	Бакалавр	
Напрямок підготовки	Економічна кібернетика Цифрова економіка	
Спеціальність	051 Економіка	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	базова	
Загальна кількість годин	150	
Кількість кредитів ECTS	5	
Кількість змістових модулів	2	
Курсовий проект (робота) (за наявності)		
Форма контролю	залік	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки (курс)	3	-
Семестр	5	-
Лекційні заняття	30год.	-
Практичні, семінарські заняття	60год.	-
Лабораторні заняття	-	-
Самостійна робота	60	-
Індивідуальні завдання		-
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	6 год.	-

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: опанування методів і прийомів оптимізації для керування в економічних системах, виявлення альтернативних рішень, їх формалізований опис, співставлення альтернатив дій і цілей, а також аналіз можливостей виявлення альтернатив за допомогою модельних експериментів. Специфічна особливість економічної системи полягає у тому, що вона належить до класу управлінських систем, а в них першим завданням реалізації оптимального управління є правильний вибір критерію оптимальності, який міг би врахувати усі найважливіші, і, можливо, найсуперечливіші вимоги до даного економічного процесу.

Застосування математичних методів і моделей в економіці поставило

перед економічною наукою ряд важливих методологічних проблем, пов'язаних із з'ясуванням закономірностей оптимізації суспільного виробництва та його окремих процесів, викликало необхідність аналізу і узагальнення теоретичних основ математичного моделювання народногосподарських процесів.

Предметом вивчення є кількісні характеристики в їх взаємозв'язку і взаємозалежності, що мають місце в економічних та економіко-технологічних процесах.

Завдання навчальної дисципліни.

- Опанування основними поняттями лінійного програмування і математичного моделювання в економічній виробництва;

- оволодіння теоретичними основами математичного моделювання, прийомами та методами формалізації умов економіко-математичних задач, типовими економіко-математичними моделями і можливостями їх застосування в спеціальних умовах державних, колективних та фермерських господарств;

- оптимізація бізнес-планів виробництва і реалізації окремих видів продукції в умовах ринкової кон'юнктури;

- оволодіння методами післяоптимізаційного аналізу і правилами прийняття рішень у виробничій.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати:

- основи теорії моделювання як методу наукового пізнання, визначення та понятійні категорії цього методу;

- прийоми математичної формалізації умов економічних та техніко-технологічних процесів;

- основні алгоритми розв'язку оптимізаційних задач, економіко-математичний аналіз оптимальних розв'язків (планів);

- типові моделі основних економіко-технологічних процесів у сільськогосподарському виробництві;

вміти:

- застосувати моделювання як метод пізнання, аналізу, планування та управління;

- визначити ефективність використання землі, техніки, робочої сили, грошових та інших виробничих ресурсів, а також організаційних, технологічних та інших заходів;

- проводити експериментальні дослідження з метою виявлення резервів підвищення ефективності сільського господарства

Навчальна дисципліна забезпечує формування ряду спеціальних (фахових, предметних) компетентностей:

Спеціальні (фахові предметні)

СК4. Здатність пояснювати економічні та соціальні процеси і явища на основі теоретичних моделей, аналізувати і змістовно інтерпретувати отримані результати.

СК6. Здатність застосовувати економіко-математичні методи та моделі для вирішення економічних задач.

СК17. Здатність розробляти та досліджувати економіко-математичні моделі економічних об'єктів і систем з метою їх аналізу та вдосконалення системи управління.

Програмні результати навчання

ПР8. Застосовувати відповідні економіко-математичні методи та моделі для вирішення економічних задач.

ПР13. Ідентифікувати джерела та розуміти методологію визначення і методи отримання соціально-економічних даних, збирати та аналізувати необхідну інформацію, розраховувати економічні та соціальні показники

ПР21. Вміти абстрактно мислити, застосовувати аналіз та синтез для виявлення ключових характеристик економічних систем різного рівня, а також особливостей поведінки їх суб'єктів

3. Програма та структура навчальної дисципліни “Оптимізаційні методи і моделі” для повного терміну денної форми навчання

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин										
	денна форма					заочна форма					
	усь го	у тому числі				усь ого	у тому числі				
		л	п	лаб	ін д		с.р.	л	п	ла б	ін д
Змістовий модуль 1. Лінійні моделі та методи відшукування розв’язків лінійних оптимізаційних задач											
Тема 1. Предмет, зміст, завдання та структура курсу. Сутність оптимізаційних моделей та методів. .	2	2				-					
Тема 2. Математична постановка оптимізаційних задач. Класифікація задач математичного програмування	4	2		2							
Тема 3. Прийоми формалізації економічних умов для побудови оптимізаційних моделей	6	2		4							
Тема 4. Загальна задача лінійного програмування та її економічна інтерпретація. Постаті ЗЛП. Реалізація задач з функції «Пошук рішень» з допомогою табличного процесора EXCEL.	8	2		6	-						
Тема 5. Геометрична інтерпретація та графічний розв’язок задачі лінійного програмування.	6	2		4	-	10					
Тема 6. Симплексний метод. Вилучення Гауса, Жордана, Жордана-Гауса. Метод штучного базису.	16	2		4	-	10					
Тема 7. Теорія двоїстості та аналіз лінійних моделей з допомогою двоїстих оцінок. Метод послідовного наближення оптимального плану (Метод Лемке).	11	2		4	-						
Тема 8. Транспортна задача та методи її розв’язання. Задача про призначення та методи її розв’язання.	18	2		6	-	10					
Разом за змістовим модулем 1	76	16		30	-	30					
Змістовий модуль 2. Задачі з параметрами. Особливості відшукування планів нелінійних задач.											
Тема 9. Лінійні задачі з параметрами та методи їх розв’язання. Транспортна задача з параметрами.	6	2		4	-						
Тема 10. Дробово-лінійна задача. Економічна інтерпретація. Методи розв’язання.	6	2		4	-	10					
Тема 11. Особливості відшукування планів нелінійних задач.	16	2		4	-	10					
Тема 12. Геометрична інтерпретація нелінійних задач.	6	2		4	-						
Тема 13. Цілочислові задачі, особливості відшукування планів. Характеристика методів	16	2		4	-	10					

відшукування розв'язків. EXEL. Методи відтинання. Другий алгоритм Гоморі. Метод гілок і меж. Метод найшвидшого спадання функції.													
Тема 14. Методи приведення задач на відшукування безумовних екстремумів. Метод безпосереднього вилучення. Метод множників Лагранжа. EXEL	6	2		4	-								
Тема 15. Багатокритеріальна оптимізація	8	2		6									
Разом за змістовим модулем 2	74	14		30	-	30							
<i>Усього годин</i>	150	30		60	-	60							

4. Теми семінарських занять

Не передбачено планом

5. Теми практичних занять

Не передбачено планом

6. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Приклади побудови оптимізаційних задач. Реалізація задач з функції «Пошук рішень» допомогою табличного процесора EXEL. Приклади побудови задач лінійного програмування. Геометрична ілюстрація розв'язків ЗЛП.	2
2	Загальна задача лінійного програмування та її економічна інтерпретація. Постаті ЗЛП. Реалізація задач з функції «Пошук рішень» з допомогою табличного процесора EXEL.	4
3	Графічне розв'язування задач ЛП.	6
4	Перехід від ЗЛП до стандартної постаті Знаходження опорних та оптимальних планів задач МЖВ, ЗЖВ. Реалізація симплексного методу та його модифікацій у різних симплексних таблицях. Знаходження опорних та оптимальних планів задач методом штучного базису.	4
5	Побудова двоїстих задач. Знаходження розв'язків пари спряжених задач у двоїстих симплексних таблицях	4
6	Побудова початкових планів. Реалізація методу потенціалів та розподільчого методу. Задача про призначення. Знаходження розв'язків ТЗ на ПЕОМ.	4
7	Розв'язування задач з параметрами у виразі функції мети.	6
8	Розв'язування дробово-лінійних задач	4

9	Особливості відшукування планів нелінійних задач.	4
10	Геометрична інтерпретація нелінійних задач.	4
11	Цілочислові задачі, особливості відшукування планів. Характеристика методів відшукування розв'язків. EXEL.	4
12	Методи відтинання. Другий алгоритм Гоморі..	4
13	Метод гілок і меж. Метод найшвидшого спадання функції.	4
14	Методи приведення задач на відшукування безумовних екстремумів. Метод безпосереднього вилучення	4
15	Метод множників Лагранжа. EXEL	6

7. Контрольні питання, комплекти тестів для визначення рівня засвоєння знань студентами.

7.1. Питання для контролю

1. Предмет оптимізаційних методів та моделей.
2. Поняття моделі та моделювання.
3. Види моделей.
4. Класифікація моделей.
5. Оптимізаційні моделі.
6. Етапи дослідження з допомогою моделей.
7. Циклічний характер досліджень з допомогою моделей.
8. Математичне програмування як розділ дослідження операцій.
9. Приклади застосування економіко-математичних моделей.
10. Об'єкт та предмет математичного програмування.
11. Загальна задача математичного програмування та її складові.
12. Загальна задача лінійного програмування.
13. Постаті задач лінійного програмування.
14. Зведення загальної задачі лінійного програмування до стандартної.
15. Геометрична інтерпретація задач лінійного програмування у просторі змінних задачі.
16. Властивість областей означення задач ЛП (опукла множина та її властивості).
17. Основні аналітичні властивості задач ЛП. (Теорема про існування розв'язку ЗЛП. Теорема про кутову точку. Поняття базисного розв'язку, опорного та оптимального планів.)
18. Поняття направляючого вектора (вектора-градієнта) та лінії (площини, гіперплощини) рівня.
19. Поняття базисного розв'язку, опорного та оптимального плану.
20. Теорема про план лінійної задачі.
21. Поняття граничної та кутової точки.
22. Ідея симплексного методу відшукування розв'язків лінійних задач.
23. Геометрична інтерпретація симплексного методу.
24. Модифіковані жорданові вилучення та їх застосування до симплексного методу.
25. Симплексний метод. Відшукування опорного плану (I етап) з використанням виключень Жордана-Гауса (модиф. викл.).

26. Симплексний метод. Відшукування оптимального плану (II етап). Виключення Жордана-Гауса (мод. викл.).
27. Правила перетворень у симплексних таблицях. Виключення Жордана-Гауса (мод. викл.).
28. Симплексний метод. Відшукування опорного плану (I етап) з використанням звичайних жорданових виключень.
29. Відшукування оптимального плану (II етап) з використанням виключень Жордана-Гауса (модиф. викл.).
30. Правила перетворень у симплексних таблицях. Звичайні жорданові виключення.
31. Ідея та архітектоніка симплексного методу.
32. Метод штучного базису. Його переваги та недоліки.
33. Алгоритм методу штучного базису.
34. Задачі дробово-лінійного програмування. Застосування симплексного методу для їх розв'язання.
35. Двоїстість у лінійному програмуванні. Економічна інтерпретація пари спряжених задач, записаних у другій канонічній постаті.
36. Характерні риси (властивості) пари спряжених задач, записаних у загальній формі.
37. Основна теорема двоїстості.
38. Умови доповнюючої не жорсткості.
39. Теорема про існування розв'язків пари двоїстих задач.
40. Двоїстість у ЛП. Економічна інтерпретація пари спряжених задач, записаних у другій канонічній постаті.
41. Розподільчі задачі математичного програмування.
42. Транспортна задача. Постановка задачі.
43. Поняття ланцюга та циклу транспортної задачі.
44. Теорема про існування розв'язків транспортної задачі.
45. Відкриті та закриті транспортні задачі. Балансова умова.
46. Особливості матриці основних умов транспортної задачі.
47. Теорема про ранг матриці транспортної задачі та її наслідки (Теорема про одну небазисну та базисні клітини транспортної задачі).
48. Задача двоїста до транспортної.
49. Метод потенціалів (Канторовича-Гавуріна) та його зв'язок з теорією двоїстості.
50. Ідея методу потенціалів.
51. Розподільчий метод та його зв'язок з методом потенціалів.
52. Задачі про призначення. Їх особливість. Методи розв'язання.
53. Особливості розв'язання задач з параметрами.
54. Застосування симплексного методу для відшукування розв'язків задач з параметрами.
55. Розв'язання транспортних задач з параметрами методом потенціалів.

7.2. Приклади тестових завдань

1.

	Роль математичного програмування полягає у:
1	- розробці методів розв'язання екстремальних задач;
2	- відшуканні області допустимих розв'язків задач;
3	- розробці методів розв'язання лінійних задач;
4	- побудові екстремальних задач.

2. Підберіть синоніми:

А. Перша канонічна постать	1. подвійна; 2. симетрична; 3. стандартна;
Б. Друга канонічна постать	4. стандартизована; 5. узагальнена.

3.

	Задачі математичного програмування класифікуються як:
1	- лінійні та нелінійні;
2	- кубічні та двоїчні;
3	- статичні та динамічні;
4	- стохастичні та детерміновані.

4. Привести до стандартної постаті загальну задачу лінійного програмування:

$$z = 2x_1 + x_2 - 3x_3 \rightarrow \max$$

$$5x_1 + 4x_2 - x_3 \leq 10$$

$$x_1 + x_2 \geq 2$$

$$x_1 \leq 0; x_2 \geq 0; x_3 \leq 0.$$

5.

	Загальна задача лінійного програмування включає функцію мети та:
1	- обмеження-нерівності обох типів при лише невід'ємних змінних;
2	- обмеження-нерівності обох типів, обмеження-рівняння та змішану систему обмежень на знак змінних;
3	- обмеження-рівності та змішану систему обмежень на знак змінних;
4	- обмеження-рівності при невід'ємних змінних.

6. У просторі 3-х змінних ЗЛП обмеження-нерівність інтерпретується як (продовжіть)

7. Вставити пропущену фразу! У просторі n-х змінних ЗЛП (n>3) функція мети інтерпретується як рівня, напрямком яких задається направляючим вектором

8.

	При відшуканні max функції мети площину (пряму) рівня рухають у напрямку:
1	- до найвіддаленішої точки від початку координат без врахування знаку віддалі;
2	- до найближчої точки від початку координат з врахуванням знаку віддалі;
3	- до найближчої крайньої точки многогранника планів задачі;
4	- до найвіддаленішої від початку координат крайньої точки многогранника планів задач, вказаному направляючим вектором.

9.

	Розв'язком задачі лінійного програмування (ЗЛП) може бути:
1	- промінь;
2	- відрізок;
3	- кутова точка;
4	- внутрішня точка многогранника планів задачі;

10.

	Опорний план стандартної задачі лінійного програмування – це:
1	- довільний вектор, що задовольняє основну систему умов задачі;
2	- вектор, невід’ємні компоненти якого задовольняють умови задачі;
3	- невід’ємний базисний розв’язок;
4	- недодатний вектор.

11. Знайдіть правильні математичні записи опуклої множини:

$$1. \begin{cases} M = \lambda_1 M_1 + \lambda_2 M_2 \\ \lambda_1 + \lambda_2 \neq 1, \quad \lambda_1, \lambda_2 \leq 0 \end{cases} \quad 2. \begin{cases} M = \sum_{j=1}^2 \lambda_j M_j \\ \sum_{j=1}^2 \lambda_j = 1, \quad \lambda_1, \lambda_2 \geq 0 \end{cases} \quad 3. \begin{cases} M = \lambda_1 M_1 + \lambda_2 M_2 \\ \lambda_1 + \lambda_2 = 1, \quad \lambda_1, \lambda_2 \geq 0 \end{cases}$$

$$4. \begin{cases} M = \lambda M_1 + (1-\lambda) M_2 \\ 0 \leq \lambda \leq 1 \end{cases} \quad 5. \begin{cases} M = (1-\lambda) M_1 + \lambda M_2 \\ \lambda \geq 0 \end{cases}$$

12.

	МЖВ. Симплексні таблиці. Ознакою оптимальності опорного плану ЗЛП, функція мети якої прагне до <i>max</i>, є у цільовому рядку:
1	- відсутність додатних елементів;
2	- наявність додатних елементів;
3	- відсутність від’ємних елементів;
4	- відсутність нульових елементів.

13.

	МЖВ. Симплексні таблиці. Ознакою несумісності системи умов є:
1	- відсутність додатних елементів у рядку з від’ємними вільним членом;
2	- відсутність від’ємних елементів хоча б у одному рядку з від’ємним вільним членом;
3	- наявність додатних елементів у рядку з від’ємним вільним членом;
4	- наявність нульових елементів у рядку з від’ємним вільним членом.

14.

	Дробово-лінійна задача – це задача, що має:
1	- нелінійну функцію мети;
2	- лінійну функцію мети та нелінійні обмеження;
3	- лінійні обмеження та функцію мети, математичний запис якої є відношенням лінійних функцій;
4	- нелінійні обмеження та функцію мети, математичний запис якої є будь-яким дробом.

15. Метод штучного базису. Для забезпечення виведення штучних змінних з базису у функцію мети вводять (Продовжіть!)

16.

	Принцип відшукування розв’язків задач з параметрами полягає у:
1	- поетапному відшукуванні розв’язків задач на окремих проміжках значень параметрів;
2	- відшукуванні розв’язків задач в окремих точках області допустимих значень планів задачі;
3	- відшукуванні розв’язків у крайніх точках заданого інтервалу значень параметрів;
4	- у побудові окремих задач та відшукуванні їх розв’язків.

17.

До задачі побудована двоїста. Яка з них правильна ?	
Задана задача $z = 4x_1 + 8x_2 \rightarrow \max$ $-3x_1 + 4x_2 \leq 2$ $12x_1 + 5x_2 \leq 4$ $x_1 + 2x_2 \leq 3$ $x_1 \geq 0, x_2 \leq 0$	$w = 2y_1 + 4y_2 \rightarrow \min$ 1. $-3y_1 + 12y_2 + y_3 \geq 4$ $4y_1 + 5y_2 + 2y_3 \leq 8$ $y_1 \geq 0, y_2 \geq 0, y_3 \geq 0$
	$w = 2y_1 + 4y_2 \rightarrow \min$ 2. $-3y_1 + 12y_2 + y_3 \geq 4$ $4y_1 + 5y_2 + 2y_3 \leq 8$ $y_1 \geq 0, y_2 \leq 0, y_3 \geq 0$
	$w = 2y_1 + 4y_2 + 3y_3 \rightarrow \min$ 3. $-3y_1 + 12y_2 + y_3 \geq 4$ $4y_1 + 5y_2 + 2y_3 \leq 8$ $y_1 \geq 0, y_2 \geq 0, y_3 \geq 0$
	$w = 2y_1 + 4y_2 \rightarrow \min$ 4. $3y_1 + 12y_2 + y_3 \geq 4$ $4y_1 + 5y_2 + 2y_3 \leq 8$ $y_1 \geq 0, y_2 \leq 0, y_3 \geq 0$

18.

До методів побудови початкових планів транспортної задачі належать:	
1	- північно-західного кута;
2	- мінімального елемента вартостей перевезень;
3	- подвійних відміток;
4	- крайового кута.

19. Одна небазисна клітина транспортної задачі з рештою базисних клітин
(Продовжіть!)

20. Авторське право симплексного методу належить:

1	- Бернуллі;
2	- Данцігу;
3	- Фішеру;
4	- Канторовичу.

21.

При відшуканні розв'язку цілочислової задачі:	
1	- достатньо знайти розв'язок не цілочислової задачі і заокруглити значення у сторону їх збільшення;
2	- достатньо знайти розв'язок не цілочислової задачі і заокруглити значення у сторону їх зменшення;
3	- необхідні спеціальні методи відшукування оптимальних планів;
4	- достатньо знайти розв'язок не цілочислової задачі і заокруглити значення за правилами округлень.

22. Поставте у відповідність:

А. Скорочені симплексні таблиці	На місці розв'язуючого елемента записується: 1) обернений даному; 2) одиниця; 3) «-1»; 4) нуль.
Б. Повні симплексні таблиці	

23. Умови потенціальності (транспортна задача) є ні чим іншим, як умовами
(Продовжіть!)

24. Ітерації симплексного методу. Розв'язуючий елемент не може бути ...
(Продовжіть!)

25. Геометрично опуклу множину можна інтерпретувати як:

1	- криву;
2	- довільний простір;
3	- простір, дві довільні точки якого можна з'єднати відрізком прямої, кожна точка якого належатиме цьому простору;
4	- лінію всі точки якої належать площині;

26. Вставте пропущені слова! (Метод Гоморі). Правильне відсікання повинне відсікати і не повинне відсікати жодного

27.

	Функція мети у лінійно-оптимізаційній моделі – це:
1	- формалізований вигляд критерію оптимальності;
2	- квадратична форма;
3	- сума середньоквадратичних відхилень дійсних значень від розрахункових;
4	- дробово-лінійний вираз.

28. Метод найшвидшого спуску може бути застосований для відшукування розв'язків цілочислових задач:

1	- лінійних;
2	- нелінійних
3	- як лінійних, так і нелінійних

29. Чи можуть задачі містити параметри у вільних членах своїх обмежень ?

1	- ні;
2	- так;
3	- лише у деяких випадках динамічних задач.

30. Чи можна задачу на мінімум цільової функції привести до задачі на відшукування максимуму цільової функції множенням коефіцієнтів при невідомих у виразі функції мети на «-1»?

1	- у деяких випадках, коли вираз функції мети не містить доданка зі змінною у нульовій степені;
2	- ні;
3	- так.

7. Методи навчання

- Проведення лекційних та лабораторних занять з використанням сучасних інформаційних технологій.
- Написання студентами письмових робіт, (самостійна робота студентів) що передбачають використання сучасних інформаційних технологій.

9.Форми контролю

- Виконання індивідуальних завдань.
- Модульні контрольні роботи.
- Іспит.

10. Розподіл балів, які отримують студенти. Оцінювання знань студента відбувається за 100-бальною шкалою і переводиться в національні оцінки згідно з табл. 1 «Положення про екзамени та заліки у НУБіП України» (наказ про уведення в дію від 27.12.2019 р. № 1371)

Рейтинг студента, бали	Оцінка національна за результати складання	
	екзаменів	заліків
90-100	Відмінно	Зараховано
74-89	Добре	
60-73	Задовільно	
0-59	Незадовільно	Не зараховано

Для визначення рейтингу студента (слухача) із засвоєння дисципліни $R_{\text{дис}}$ (до 100 балів) одержаний рейтинг з атестації (до 30 балів) додається до рейтингу студента (слухача) з навчальної роботи $R_{\text{нр}}$ (до 70 балів): $R_{\text{дис}} = R_{\text{нр}} + R_{\text{ат}}$

11. Методичне забезпечення

1. Комплекс навчально-методичного забезпечення дисципліни.
2. Методичні матеріали до практичних занять, навчальні посібники
3. Програмне забезпечення
4. Нормативні документи.

12. Рекомендована література

Базова

1. Барвінський А.Ф., Олексів І.Я. а ін.. Математичне програмування: Навчальний посібник – Львів: Національний університет „Львівська політехніка” (ІОЦ „ІНТЕЛЕКТ” ПІДО), 2004. – 446с.
2. Вітлінський В.В., Наконечний С.І., Шарапов О.Д. та ін. Економіко-математичне моделювання: Навчальний посібник –Київ: КНЕУ, 2008. – 534с.
3. Глухов В.В., Медников М.Д., Коробко С.Б. Математические методы и модели для менеджмента. – СПб.: 200. – 480 с.
4. З.О. Жадлун, Л.В. Галаєва, Н.Г. Шульга Теоретичні основи математичного моделювання економічних процесів: Методичні вказівки – К.: НАУ, 2004. – 27с.
5. Наконечний С.І., Савіна С.С. Математичне програмування- К.: КНЕУ, 2005, – 449 с.
6. Степанюк В.В. Методи математичного програмування. - К.: Вища школа, 1984, - 272 с.

Допоміжна

1. Гольштейн Е.Г., Юдин Д.Б. Задачи линейного программирования транспортного типа. – М.: Наука, 1969. – 382 с.
2. Гуревич Т.Ф. и др. Сборник задач по математическому программированию. М.: Колос, 1977. - 160с.
3. Данциг Дж. Линейное программирование, его применения и обобщения /Пер. с англ. Г.Н. Андрианова и др. Общ. Ред. И предисл. Н.Н. Воробьева. – М.: Прогресс, 1966. –600 с.
4. Зуховицкий С.И. и др. Линейное и выпуклое программирование. М.: Наука, 1967. – 460 с.
5. Івченко І.Ю. Математичне програмування. – К.: ЦУЛ, 2007. – 231 с.

6. Кадиевский В.А., Жадлун З.А., Путятин Л.Д. Математическое программирование и экономико-математическое моделирование производственных систем в сельском хозяйстве. – К.: УСХА, 1987.

7. Кадієвський В.А., Жадлун З.О. Математичне програмування та моделювання економічних процесів. – К.: НАУ, 1995.

8. Калихман И.Л. Сборник задач по математическому программированию. М.: Высшая школа, 1975. – 270 с.

9. Калихман И.Л. Линейная алгебра и программирование. М.: Высшая школа, 1967. - 424 с.

10. Юдин Д.Б., Гольштейн Е.Г. Линейное программирование. Теория, методы и приложения. – М.: Наука, 1969. – 424 с.

11. Чемерис А., Юринець Р., Мицишин О. Методи оптимізації в економіці. К.: ЦУЛ, 2006. – 150 с.

13. Інформаційні ресурси

1. Державна служба статистики України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua/>.

2. FAOSTAT [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://faostat.fao.org>.

3. Лекції з математичного програмування та моделювання. – Режим доступу: <http://gendocs.ru/>