

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кафедра економічної кібернетики

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Декан економічного факультету
д.е.н., професор Діброва А. Д.
“___” _____ 2020 р.

РОЗГЛЯНУТО І СХВАЛЕНО

на засіданні кафедри економічної
кібернетики

Протокол № ___ від “___” ___ 2020 р.
Завідувач кафедри
_____ (ПБ завідувача)

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«Оптимізаційні методи та моделі»

спеціальність **071 «Облік і оподаткування»**

освітня програма **«Облік і аудит»**

Факультет економічний

Розробники: к.е.н., доц. Рогоза Н.А.
(посада, науковий ступінь, вчене звання)

Київ – 2020 р.

1. Опис навчальної дисципліни
«Оптимізаційні методи та моделі»

(назва)

Галузь знань, напрям підготовки, спеціальність, освітньо-кваліфікаційний рівень		
Освітній ступінь	<i>Бакалавр</i>	
Спеціальність	071 «Облік і оподаткування с.т.	
Освітня програма	<i>«Облік і аудит»</i>	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	Обов'язкова	
Загальна кількість годин	52	
Кількість кредитів ECTS	2	
Кількість змістових модулів	2	
Курсовий проект (робота) (якщо є в робочому навчальному плані)	Курсовий проект (робота) (назва)	
Форма контролю	іспит	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки	3	3
Семестр	6	6
Лекційні заняття	26 год.	4 год.
Практичні, семінарські заняття	26 год.	4 год.
Лабораторні заняття	_ год.	_____ год.
Самостійна робота	__ __ год.	_____ год.
Індивідуальні завдання	_____ год.	_____ год.
Кількість тижневих годин для денної форми навчання:	4 год.	

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: опанування методів і прийомів оптимізації фінансового та аграрного менеджменту на основі математичного моделювання, а також алгоритмів і програм, прийомів і правил прийняття фінансових рішень для підприємств різних форм власності з урахуванням їх кількісної оцінки та тенденцій функціонування в ринкових умовах.

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 у сільському господарстві..

Завдання навчальної дисципліни.

- Опанування основними поняттями лінійного програмування і математичного моделювання в економічній і фінансовій сфері с.-г. 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 сільськогосподарських державних, колективних та фермерських господарств;

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

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

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;

- як будувати робочу економіко-математичну модель з врахуванням специфіки об'єкту дослідження та обґрунтувати ефективність оптимального проекту.

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 загальних та спеціальних (фахових, предметних) компетентностей:

Інтегральна компетентність

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані завдання та практичні проблеми у сфері обліку, аудиту, аналізу та оподаткування в процесі професійної діяльності, що передбачає застосування теорій та методів економічної науки і характеризується комплексністю й невизначеністю умов

Загальні компетентності:

ЗК1. Здатність вчитися та бути готовим до засвоєння та застосування набутих знань

ЗК9. Навички використання сучасних інформаційних та комунікаційних технологій.

ЗК11. Здатність презентувати результати проведених досліджень

Спеціальні (фахові) компетентності

ФК3. Здатність використовувати математичний інструментарій для дослідження економічних процесів, розв'язання прикладних економічних та оптимізаційних завдань в сфері обліку, аудиту та оподаткування.

ФК7. Здатність здійснення облікових процедур із застосуванням спеціалізованих інформаційних систем і комп'ютерних технологій.

ФК8. Здатність застосовувати та формувати інформаційну підтримку управління підприємством з використанням сучасного технічного та методичного інструментарію.

Програмні результати навчання

ПРН11. Застосовувати спеціалізовані інформаційні системи і комп'ютерні технології для обліку, аналізу, аудиту та оподаткування.

ПРН13. Володіти базовими знаннями фундаментальних розділів математики в обсязі, необхідному для застосування економіко-математичних методів у обраній професії.

3. Програма та структура навчальної дисципліни: Оптимізаційні методи та моделі

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ I.

Тема 1. Область застосування оптимізаційних задач в економічних дослідженнях

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

Економіко-математичне моделювання є одним із ефективних методів опису функціонування складних соціально-економічних об'єктів та процесів у вигляді математичних моделей, об'єднуючи тим самим в єдине економіку та математику.

Тема 2. Принципи та етапи побудови економіко-математичних моделей.

Основні прийоми формалізації економічних умов

Розглядається базова модель лінійного програмування, формальні та неформальні вимоги до методів лінійного програмування при використанні їх для розв'язку економічних задач, основні категорії, поняття та визначення компонентів моделі. Обґрунтовується умовний поділ змінних на основні, додаткові та допоміжні, важливість розуміння економічного змісту додаткових змінних для економіко-математичного аналізу оптимальних розв'язків.

Обмеженнями задачі є математичні вирази, що характеризують умови, в яких здійснюється виробничий процес. Для запису обмежень використовують лінійні співвідношення \leq (обмеження зверху), \geq (обмеження знизу), $=$ (жорсткі обмеження). За змістом обмеження умовно поділяють на основні, додаткові та допоміжні.

Пояснюються поняття оптимальності, критерію оптимальності, способи формалізації критерію оптимальності у вигляді цільової функції задачі.

Вводиться поняття оцінки змінних, розглядається також зміст техніко-економічних коефіцієнтів (ТЕК).

Обґрунтовуються та розглядаються особливості етапів моделювання: вивчення економічного процесу та об'єкту моделювання; постановка економіко-математичних задач; розробка структурної математичної моделі; збирання необхідної інформації та розробка інформаційно-обчислювальної характеристики моделі; побудова числової економіко-математичної моделі та розгорнутої матриці задачі; розв'язування задачі на комп'ютері, аналіз розв'язку та корегування

Тема 3. Системний підхід до моделювання. Класифікація математичних моделей

Для побудови як комплексу взаємозв'язаних економіко-математичних моделей, так і будь-якої окремої моделі, необхідна певна сукупність принципів (правил гри), системний підхід що дають можливість коректно здійснювати процес формалізації моделюючих систем та об'єктів. Загальні принципи економіко-математичного моделювання впливають із загальних основ системного аналізу, тобто вони повинні бути відповідями на запитання: 1) що повинно бути зроблено? 2) коли повинно бути зроблено? 3) з допомогою кого повинно бути зроблено? 4) на основі якої інформації здійснюються відповідні дії? 5) який результат повинен бути отриманий на основі цих дій?

Класифікація моделей за різними ознаками та сферами застосування.

Тема 4. Задача лінійного програмування та методи її розв'язування. Форми запису оптимізаційних задач

Особливості задач лінійного програмування та їх застосування у народному господарстві. Загальна задача лінійного програмування

Наводиться поняття загальної задачі лінійного програмування. Дається розгорнутий, векторно-матричний і скалярно-векторний записи загальної задачі лінійного програмування. Вводяться поняття основних та природних обмежень, вектора-рядка коефіцієнтів лінійної форми, вектора-колонки вільних членів, вектора-колонки змінних, матриці основних умов.

Основні аналітичні властивості задач лінійного програмування

Теорема про опуклість множини планів задачі лінійного програмування. Означення опуклої точкової множини (аналітичний та геометричне тлумачення). Означення лінійної опуклої комбінації точок (двох, декількох). Приклади опуклих точкових множин. Означення граничної точки та границі точкової множини. Закриті та відкриті опуклі множини. Поняття опуклого многогранника (многокутника), крайніх або кутових точок многогранника. Теорема про довільну точку опуклого многогранника. Поняття опорної площини та опорної гіперплощини. Теорема про досягнення екстремуму у кутовій точці. Означення опорного плану задачі лінійного програмування та її наслідки (поняття виродженості та неvirодженості опорного плану). Жорсткі та нежорсткі обмеження.

Постаті (форми) задач лінійного програмування. Перша канонічна (стандартна постать) задачі лінійного програмування та її застосування. Перехід від загальної задачі лінійного програмування до стандартної. Правила переходу та приклад. Два способи усунення змінних, необмежених за знаком.

Друга канонічна постать та її різновидності (симетрична постать).

Тема 5. Розв'язок задач лінійного програмування в універсальному інтегрованому середовищі

Лінійні оптимізаційні задачі можуть бути реалізовані в середовищі EXCEL.

«Пошук розв'язку» – це надбудова EXCEL, що дає можливість розв'язувати лінійні задачі.

Надано Методику розв'язку класичної задачі оптимізації використання ресурсів

Тема 6. Економіко-математичний аналіз розв'язків оптимізаційних задач

Наведені теореми подвійності дозволяють використовувати розв'язок подвійної задачі (подвійні оцінки, об'єктивно зумовлені оцінки) для аналізу оптимального плану прямої задачі. Так, якщо значення подвійної оцінки відмінне від нуля – це означає, що виробничий ресурс є лімітованим, обмежує подальше нарощування виробництва, причому – чим більше значення набуває подвійна оцінка, тим більш лімітованим є ресурс.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ II

Тема 7. Геометричні інтерпретації задач лінійного програмування

Поняття n – вимірного простору (основних змінних задачі лінійного програмування). Геометрична інтерпретація обмежень-рівнянь та обмежень-нерівностей. Поняття вектора-нормалі (вектора-градієнта, направляючого вектора). Інтерпретація лінійної форми (цільової функції) задачі як лінії рівня або гіперплощини рівня. Відшукування крайніх точок. Знаходження розв'язків задач лінійного програмування.

Тема 8. Розв'язок ЗЛП симплексний метод та його модифікації

Ідея симплексного методу – перебір вершин многокутника (многогранника) планів задачі лінійного програмування у цілеспрямованому напрямку. Теорема про скінченність вершин многогранника планів задачі. *Simplex* – означає простий (з лат.). Основна вимога симплексного методу до задач лінійного програмування – задачі повинні бути записані у стандартній (першій канонічній постаті).

Даються означення опорного плану задачі лінійного програмування.

Тема 9. Теорія двоїстості та двоїсті оцінки лінійних оптимізаційних задач

Особливості розв'язку пари спряжених задач. Запис задач у двоїсті симплексні таблиці. Відшукування розв'язків пари спряжених задач у двоїстих симплексних таблицях. Геометрична інтерпретація пари спряжених задач.

Тема 10. Розподільчі задачі лінійного програмування

Методи побудови початкових планів: північно-західного кута, мінімального елемента, подвійних відміток.

Застосування методу потенціалів для відшукування оптимальних планів ТЗ. Особливості розв'язку відкритих транспортних задач та задач з виродженим планом. Транспортна задача, як різновидність розподільчих задач. Розглядаються розподільчі задачі та наводяться приклади їх застосування у народному господарстві. Дається постановка транспортної задачі. Поняття балансової умови. Розглядаються питання закритих транспортних задач (задач з правильним балансом).

Алгоритм методу потенціалів, його поетапність: побудова системи потенціалів на основі першої умови потенціальності, перевірка планів на виконання другої умови потенціальності, побудова циклу, вибір величини зміну плану, зміна плану, зміна системи потенціалів, перевірка плану на виконання другої умови потенціальності і т.д.

Тема 11. Прикладні оптимізаційні моделі

Моделі поведінки споживачів (Поведінкові моделі в дослідженні операцій). Моделі поведінки виробників (Ресурсна теорія та виробничі функції в дослідженні операцій).

Тема 12. Прикладні фінансові моделі

Фінансовий менеджмент як об'єкт математичного моделювання Сфера компетенції фінансового менеджера та можливість формалізації фінансових задач. Особливості формування фінансових ринків в Україні. Ризик у сфері фінансового менеджменту. Вимірювання ризику. Економіко-математичні моделі оптимізації грошово-кредитної системи: модель грошового мультиплікатора, модель грошової бази, модель оцінки впливу інфляційних процесів на динаміку % ставок. Оптимізаційні моделі інвестиційних пріоритетів.

Тема 13. Аналіз та управління ризиком в економіці

Ризик у сфері фінансового менеджменту. Вимірювання ризику.

Економіко-математичні моделі оптимізації грошово-кредитної системи: модель грошового мультиплікатора, модель грошової бази, модель оцінки впливу інфляційних процесів на динаміку % ставок.

Оптимізація портфеля та характеристика сучасної портфельної теорії. Постановка задач. Економіко-математична модель Марковіца. Основи теорії пріоритетів. Моделювання вибору пріоритетних інвестиційних проектів. Суб'єктивізм в теорії ризиків. Фінансові моделі в мікро- та макроекономіці і АПК. Максимізація прибутку. Інформаційне забезпечення задач оптимізації фінансового менеджменту.

Тема 13. Аналіз та управління ризиком в економіці	4	2	2									
Разом за змістовим модулем 2	28	14	14				12	6	6			-
Усього годин	52	26	26				14	8	6			

4. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1		

5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Приклади оптимізаційних задач в економічних дослідженнях Етапи побудови економіко-математичних моделей	2
2	Математична формалізація цільової функції та умов задач	2
3	Використання прийомів формалізації економічних умов в задачах	
4	Канонічні постаті ЗЛП. Зведення ЗЛП до стандартної постаті	2
5	Вивчення прикладних програм розв'язування економіко-математичних задач на ПЕОМ. Електронна таблиця «Ехсел»	
6	Геометрична інтерпретація та графічний розв'язок ЗЛП.	2
7	Симплексний метод розв'язування ЗЛП та його модифікації	4
8	Математичні моделі пари двоїстих задач в економіці	
9	Методи побудови початкових планів транспортної задачі	2
10	Побудова оптимального плану транспортної задачі	2
11	Побудова двоїстих задач. Геометрія ПДЗ.	2
12	Прикладні оптимізаційні моделі	2
13	Прикладні фінансові моделі	

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

Контрольні питання

- 1) Запишіть загальну математичну модель задачі лінійного програмування.
- 2) Як звести задачу лінійного програмування до канонічної форми?
- 3) Які є форми запису задач лінійного програмування?
- 4) Поясніть геометричну інтерпретацію задачі лінійного програмування.
- 5) Який розв'язок задачі лінійного програмування називається допустимим?
- 6) Поясніть, що називається областю допустимих планів.
- 7) Який план називається опорним?
- 8) Який опорний план називається невиродженим?
- 9) Які задачі лінійного програмування можна розв'язувати графічним методом?
- 10) За яких умов задача лінійного програмування з необмеженою областю допустимих планів має розв'язок?
- 11) Суть алгоритму графічного методу розв'язання задач лінійного програмування.
- 12) Для розв'язування яких математичних задач застосовується симплексний метод?
- 13) Суть алгоритму симплексного методу.
- 14) Сформулюйте умови оптимальності розв'язку задачі симплексним методом.
- 15) Як вибрати розв'язуючий елемент?
- 16) Дайте економічну інтерпретацію прямої та двоїстої задач лінійного програмування.
- 17) Як визначити, що ресурс є дефіцитним (недефіцитним)?
- 18) Як визначити, що виробництво продукції є рентабельним (не рентабельним) ?
- 19) Опишіть економічну і математичну постановку класичної транспортної задачі.
- 20) Чим відрізняється транспортна задача від загальної задачі лінійного програмування?
- 21) Сформулюйте необхідну і достатню умови існування розв'язку транспортної задачі.
- 22) Які ви знаєте властивості опорних планів транспортної задачі?
- 23) Чим відрізняється відкрита транспортна задача від закритої?
- 24) Як перетворити відкриту транспортну задачу на закриту?
- 25) Які ви знаєте методи побудови опорного плану?

- 26) Що означає «виродження» опорного плану? Як його позбутися?
- 27) Назвіть етапи алгоритму методу потенціалів.
- 28) Як обчислюють потенціали?
- 29) Назвіть умови оптимальності транспортної задачі.
- 30) Труднощі розв'язку задач нелінійного програмування.
- 31) Яка задача математичного програмування називається цілочисельною?
- 32) Наведіть приклади економічних задач, що належать до цілочисельних.
- 33) Як геометрична можна інтерпретувати розв'язок задачі цілочисельного програмування?
- 34) Охарактеризуйте головні групи методів розв'язування задач цілочисельного програмування.

Приклад тестів

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ			
ОКР Бакалавр напряму підготовки/ спеціальності економіка	Кафедра <u>Економічної</u> <u>кібернетики</u> 2020-2021 навч. рік	ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ №1 з дисципліни <u>Оптимізаційні методи і</u> <u>моделі</u>	Затверджую Зав. кафедри _____ <u>Скрипник А.В.</u> ____ травня 2020 р.
Екзаменаційні запитання <i>(максимальна оцінка 10 балів за відповідь на кожне запитання)</i>			
1. Двоїста задача до транспортної. Метод потенціалів для розв'язування транспортних задач.			
2. Знайти розв'язок цілочислової задачі: (7 балів) $z = x_1 + 2x_2 \rightarrow \max$ $x_1 - 2x_2 \geq 1$ $x_1 + x_2 \leq 5$ $x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$			

Тестові завдання різних типів

(максимальна оцінка 10 балів за відповідь на тестові завдання)

1. Продовжіть! Науковий метод дослідження явищ та процесів ґрунтується на принципі ...

2. Що характеризує адекватність моделі:

- 1) - відповідність тим властивостям, які вважаються суттєвими для досліджуваної системи;
- 2) - відповідність меті дослідження та прийнятій системі гіпотез;
- 3) - розмірність невідомих моделі;
- 4) - відповідність отриманих у процесі дослідження моделі результатів поведінці аналогічних реальних економічних систем.

3. Вихідна інформація повинна відповідати таким основним вимогам:

- 1) - достатність, стохастичність, оперативність, доступність;
- 2) - достовірність, великий обсяг, однозначність;
- 3) - достовірність, достатність, багатозначність, оперативність;
- 4) - достовірність, достатність, доступність, однозначність, оперативність.

4. Математичні методи поділяють на:

- 1) графічні; 2) формульні; 3) аналітичні; 4) чисельні; 5) формальні

5. Поставте у відповідність з доцільністю використання методу

А. Для відшукування деяких сум	1) сумування коефіцієнтів;
Б. Для зміни технологічних коефіцієнтів у процесі моделювання	2) відображеної змінної;
В. Для встановлення пропорцій	3) віднімання коефіцієнтів;
	4) пропорційності;
	5) добутку коефіцієнтів;
	6) метод «коефіцієнтів».

6. Розставити згідно графічного методу у відповідності до рис. значення цільової функції

1. Цільова функція на максимум набуває безліч значень на відрізку 2. ОДЗ несумісна 3. Є єдиний розв'язок (точка) на максимум, на мінімум – цільова функція необмежена 4. Цільова функція на максимум необмежена, на мінімум – розв'язок-єдина точка	<p>А</p>	<p>Б</p>
	<p>В</p>	<p>Д</p>

7. МЖВ. Симплексні таблиці. Ознакою оптимальності опорного плану ЗЛП, функція мети якої прагне до *max*, є: у цільовому рядку (продовжіть!)

1	- відсутність додатних елементів;
2	- наявність додатних елементів;
3	- відсутність від'ємних елементів;
4	- відсутність нульових елементів.

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

9. 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.

10. Задачу нелінійного програмування не можна розв'язати методом:

1	- угорським;
2	- Лагранжа;
3	- графічним;
4	- безпосереднього вилучення.

8. Методи навчання

Інформаційно-повідомлювальні з елементами проблемності і наочності, розв'язування задач, вирішення ситуаційних завдань, оформлення документації, робота з електронними ресурсами та програмним забезпеченням для розв'язування оптимізаційних задач тощо.

9. Форми контролю

Контрольні заходи включають поточний та підсумковий контроль знань студента. Поточний контроль здійснюється під час проведення практичних занять та в процесі семінарських занять за методами: експрес-опитування, тестування, розв'язування задач, які передбачені на кожному практичному занятті.

10. Розподіл балів, які отримують студенти.

Оцінювання студента відбувається згідно положенням «Про екзамени та заліки у НУБіП України» від 27.02.2019 р. протокол № 7 з табл.

Таблиця

Співвідношення між національними оцінками і рейтингом здобувача вищої освіти

Оцінка національна	Рейтинг здобувача вищої освіти, бали
Відмінно	90-100
Добре	74-89
Задовільно	60-73
Незадовільно	0-59

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
3. Програмне забезпечення
4. Нормативні документи.

12. Рекомендована література

Базова

1. Вітлінський В.В. Моделювання економіки: Навч. Посібник. – К.:КНЕУ, 2005. – 408с.
2. Жадлун З.О., Галаєва Л.В., Шульга Н.Г. Економіко-математичне моделювання використання добрив в аграрному виробництві. Еколого-економічний аспект. – К.: НАУ, - 2001.
3. Жадлун З.О., Галаєва Л.В., Шульга Н.Г. Прийоми моделювання. – К.: НАУ, - 2003.
4. Жадлун З.О., Галаєва Л.В., Шульга Н.Г. Теоретичні основи математичного моделювання економічних процесів. – К.: НАУ, - 2007.
5. Загородній Ю.В., Кадієвський В.А. Моделювання економіки: Курс лекцій. – К.: Вид-во ДАСОА, 2007. - 214с.

Допоміжна

1. Барвінський А.Ф., Олексін І.Я., Крупка З.І. та ін. Математичне програмування. – Львів: “Інтелект - Захід”, 2004. – 446 с.
 2. Егоршин О.О., Малярець Л.М. Математичне програмування. – Х.:ВД «ІНЖЕК», 2006. – 2006с.
 3. Кадієвський В.А., Жадлун З.О. Математичне програмування та моделювання економічних процесів. – К.: НАУ, 1995.
 4. Степанюк В.В. Методи математичного програмування. – К.: Вища школа, 1984. – 272 с.
 5. Жадлун З.О., Галаєва Л.В., Шульга Н.Г. Математичне програмування / Методичні розробки. – К.: НАУ, 2004. – 57с.
- Юдин Д.Б., Гольштейн Е.Г. Линейное программирование. Теория, методы и приложения. – М.: Наука, 1969. – 424

13. Інформаційні ресурси

Бібліотека для студентів

1. http://www.ebooktime.net/book_16_glava_66
2. <http://elartu.tntu.edu.ua/handle/123456789/17880>
3. http://repository.kpi.kharkov.ua/bitstream/KhPI-Press/7765/1/prohramy_2014_Skvorchevskyi_Optymizatsiini.pdf
4. Офіційний вісник України <http://www.gdo.kiev.ua>
5. <https://elearn.nubip.edu.ua/course/view.php?id=1604>

