

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кафедра економічної кібернетики

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Декан економічного факультету
д.е.н., професор _____ Діброва А. Д.
“ ____ ” _____ 2021 р.

РОЗГЛЯНУТО І СХВАЛЕНО

на засіданні кафедри економічної
кібернетики

Протокол №10 від “_20_”_04_2021 р.

Завідувач кафедри
д.е.н., проф. _____ Жерліцин Д.М.

”РОЗГЛЯНУТО ”

Гарант ОП _____

_____ Гарант ОП
(ПІБ гаранта)

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«Економіко-математичні методи і моделі»

спеціальність **«Облік і оподаткування»**

освітня програма ОС Бакалавр **071 «Облік і оподаткування»**

Факультет економічний

Розробники: к.е.н., доц. Рогоза Н.А.

Київ – 2021 р.

1. Опис навчальної дисципліни

«Економіко-математичні методи і моделі» ст.

| Галузь знань, напрям підготовки, спеціальність, освітньо-кваліфікаційний рівень | | |
|---|-----------------------------|-----------------------|
| Освітній ступінь | <i>Бакалавр</i> | |
| Спеціальність | 071 «Облік і оподаткування» | |
| Освітня програма | «Облік і оподаткування» | |
| Характеристика навчальної дисципліни | | |
| Вид | вибіркова | |
| Загальна кількість годин | 150 | |
| Кількість кредитів ECTS | 5 | |
| Кількість змістових модулів | 2 | |
| Курсовий проект (робота) | | |
| 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 | 24 год. | 4 год. |
| Практичні, семінарські заняття | 24 год | 4 год. |
| Лабораторні заняття | . | ___ год. |
| Самостійна робота | 102 год | ___ год. |
| Індивідуальні завдання | ___ год. | ___ год. |
| Кількість тижневих годин для денної форми навчання: | 4 год. | |

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Розглядаються методологічні аспекти економіко-математичного моделювання, концептуальні положення, моделі та методи оптимізаційних задач, основи системного аналізу.

Метою дисципліни „Економіко-математичного моделювання” є формування системи спеціальних знань та практичних навичок у галузі формування знань щодо методології та інструментарію побудови, а також адекватного використання різних типів економіко-математичних моделей та методів.

Предметом дисципліни „Економіко-математичного моделювання” є методологія та інструментарій економіко-математичного моделювання та аналізу економічних об’єктів, процесів, явищ, тенденцій та причинно-наслідкових зв’язків в економіці; теоретичні та практичні питання аналізу економічного ризику.

Основні завдання дисципліни „Економіко-математичного моделювання” є засвоєння студентами основних принципів та інструментарію щодо постановки задач, основних методів їх розв’язування та аналізу з метою широкого використання в економіці та підприємстві.

В результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен:

- **знати:** теорію побудови економіко-математичного моделювання та опанування методами розв’язання задач оптимізації фінансового та аграрного менеджменту, а також деякі підкласи задач нелінійного програмування;
- **вміти:** застосувати програмування як метод пізнання та аналізу; професійно і творчо підходити до підготовки і прийняття управлінських рішень щодо діяльності підприємства, аналізувати і узагальнювати результати виробничо-господарського і комерційно-фінансової діяльності, обґрунтовувати основні напрямки економічної політики, вможливлувати передбачення наслідків рішень і заходів, що їх вживають у кожен поточний момент.

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:

Здатність презентувати результати проведених досліджень ЗК1.Здатність вчитися та бути готовим до засвоєння та застосування набутих знань

ЗК9. Навички використання сучасних інформаційних та комунікаційних технологій.

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.

ФК6.Здатність проводити аналіз господарської діяльності підприємства та фінансовий аналіз з метою прийняття управлінських рішень.

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

ПРН 11. Застосовувати спеціалізовані інформаційні системи і комп'ютерні технології для обліку, аналізу, аудиту та оподаткування.

ПРН 13. Володіти базовими знаннями фундаментальних розділів математики в обсязі, необхідному для застосовування економіко-математичних методів у обраній професії.

ПРН 14. Демонструвати навички володіння загальнонауковими та спеціальними методами дослідження економічних явищ і процесів на підприємстві

ПРН 17. Аналізувати розвиток системи і моделей бухгалтерського обліку на національному та міжнародному рівнях з урахуванням професійного світогляду.

Програма та структура навчальної дисципліни
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. Концептуальні аспекти економіко-математичного моделювання

Тема 1. Теоретичні основи математичного моделювання та класифікація моделей - 2 год.

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- 2 год

Для побудови як комплексу взаємозв'язаних економіко-математичних моделей, так і будь-якої окремої моделі, необхідна певна сукупність принципів (правил гри), які 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?

Тема 3. Основні прийоми формалізації економічних умов - 2 год.

Прийоми моделювання. Цільова установка задачі, показник критерію оптимізації, цільова функція. Поняття обмеження економіко-математичних задач, їх класифікація. Основні прийоми формалізації обмежень (умов) задач: при заданих коефіцієнтах при невідомих і обсягах обмежень; при змінюваних обсягах обмежень; прийом “відображеної” змінної; умов пропорційного зв'язку; при умові змінюваних техніко-економічних коефіцієнтів при невідомих задачі, метод сумування коефіцієнтів.

Тема 4. Загальна задача лінійного програмування та її канонічні постаті – 2 год.

Показані особливості задач лінійного програмування та їх застосування у народному господарстві.

Наводиться поняття загальної задачі лінійного програмування. Дається розгорнутий, векторно-матричний запис загальної задачі лінійного програмування. Вводяться поняття основних та природних обмежень, матриці основних умов. Основні аналітичні властивості задач лінійного програмування

Визначення опорного плану задачі лінійного програмування та її наслідки (поняття виродженості та невірженості опорного плану). Жорсткі та нежорсткі обмеження. Постаті (форми) задач лінійного програмування. Правила переходу та прикладі. Два способи усунення змінних, необмежених за знаком.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. Основи теорії і методів оптимізації

Тема 5. Геометрична інтерпретація задач лінійного програмування - 2 год.

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 6. Розв'язок ЗЛП симплексний метод та його модифікації – 2 год.

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).

Визначення базисного, опорного, оптимального плану задачі лінійного програмування. Правила побудови базисного, опорного, оптимального планів. Ознаки опорності та оптимальності.

Тема 7. Розподільчі задачі лінійного програмування – 2 год.

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 9. Економіко-математичний аналіз розв'язків оптимізаційних задач 2 год

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.

Тема 10. Система моделей при дослідженні виробничих процесів аграрного сектору економіки 2 год

Застосування методів моделювання буде показано на прикладах розробки моделей оптимізації для галузей тваринництва, рослинництва, а також міжгалузевий баланс, а саме раціонів годівлі сільськогосподарських тварин та складання оптимальних планів використання заготовлених на стійловий період кормів, оптимізації розміщення посівних площ та ін.

Тема 11. Прикладні оптимізаційні моделі. Моделі виробництва. 2 год.

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

Тема 12. Прикладні фінансові моделі. 2 год

Розглянемо 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 модель інвестиційних пріоритетів.

Структура навчальної дисципліни ст.

| Назви змістових модулів і тем | Кількість годин | | | | | | | | | | | |
|--|-----------------|--------------|----|---|-----|------|--------------|--------------|----|----|-----|------|
| | денна форма | | | | | | Заочна форма | | | | | |
| | усього | у тому числі | | | | | усього | у тому числі | | | | |
| | | л | лб | п | інд | с.р. | | л | п | лб | інд | с.р. |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| Змістовий модуль 1. Концептуальні аспекти економіко-математичного моделювання | | | | | | | | | | | | |
| Тема 1. Теоретичні основи математичного моделювання та класифікація моделей | 4 | 2 | | 2 | | | | | | | | |
| Тема 2. Принципи та етапи побудови економіко- | 24 | 2 | | 2 | | 20 | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|------------|-----------|--|-----------|--|------------|--|--|--|--|----|---|
| математичних моделей | | | | | | | | | | | | |
| Тема 3. Основні прийоми формалізації економічних умов | 4 | 2 | | 2 | | | | | | | | |
| Тема 4. Загальна задача лінійного програмування та її канонічні постаті – | 24 | 2 | | 2 | | 20 | | | | | | |
| Тема 5. Геометрична інтерпретація задач лінійного програмування | 4 | 2 | | 2 | | | | | | | | |
| Тема 6. Розв'язок ЗЛП симплексний метод та його модифікації | 24 | 2 | | 2 | | 20 | | | | | | |
| Тема 7. Теорія двоїстості та двоїсті оцінки лінійних оптимізаційних задач | 4 | 2 | | 2 | | | | | | | | |
| Разом за змістовим модулем 1 | 88 | 14 | | 14 | | 60 | | | | | | |
| Змістовий модуль 2. Основи теорії і методів оптимізації | | | | | | | | | | | | |
| Тема 8. Транспортна задача лінійного програмування | 24 | 2 | | 2 | | 20 | | | | | 16 | 2 |
| Тема 9. Аналіз розв'язків оптимізаційних задач | 4 | 2 | | 2 | | | | | | | | |
| Тема 10. Математичне моделювання аграрної галузі виробництва | 26 | 2 | | 2 | | 22 | | | | | | |
| Тема 11. Прикладні фінансові моделі. Моделі виробництва | 4 | 2 | | 2 | | | | | | | | |
| Тема 12. Прикладні фінансові моделі | 4 | 2 | | 2 | | | | | | | | |
| Разом за змістовим модулем 2 | 62 | 10 | | 10 | | 42 | | | | | | |
| Усього годин | 150 | 24 | | 24 | | 102 | | | | | | |

4. Теми семінарських занять

| № з/п | Назва теми | Кількість годин |
|-------|------------|-----------------|
| 1 | | |

5. Теми практичних занять

| № з/п | Назва теми | Кількість годин |
|-------|--|-----------------|
| 1 | Математична формалізація умов задач. | 2 |
| 2 | Вивчення прикладних програм розв'язування економіко-математичних задач на ПЕОМ. Електронна таблиця "Excel" | 4 |
| 3 | Прийоми моделювання. | 2 |
| 4 | Моделювання оптимального раціону годівлі с.-г. тварин | 2 |
| 5 | Моделювання оптимальної структури посівних | 2 |
| 6 | Приклади задач | 4 |
| 7 | Приклади задач атематичного програмування. Канонічні постаті ЗЛП. Перетворення однієї постаті до іншої. | 2 |
| 8 | Геометрична інтерпретація та графічний розв'язок ЗЛП. | 4 |
| 9 | Методи побудови початкових планів транспортної задачі | 2 |
| 10 | Побудова оптимального плану транспортної задачі | 4 |
| 11 | Побудова двоїстих задач. Геометрія ПДЗ. | 2 |
| 12 | Основні особливості ЗНЛП. Задачі цілочисельного програмування. Практична реалізація на ПК | 2 |

6. Теми лабораторних занять

| № з/п | Назва теми | Кількість годин |
|-------|------------|-----------------|
| 1 | | |

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 не виродженим?
- 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.

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. Валяшек В.Б. Навчальний посібник з курсу: “ Оптимізаційні методи та моделі» для спеціальностей “Облік і аудит, Фінанси і кредит, Маркетинг, Економічна кібернетика” / Кривень В.А., Валяшек В.Б., Цимбалюк Л.І., Козбур Г.В. – Тернопіль : видавництво ТНТУ, 2015.
2. Дослідження операцій. Навчальний посібник/Галаєва Л.В., Рогоза Н.А., Шульга Н.Г. - К. : ЦП "КОМПРИНТ", 2016. - 172 с. 2018
3. Дослідження операцій ч.2 "Галаєва Л.В., Рогоза Н.А., Шульга Н.Г, К. : ЦП "КОМПРИНТ", 2016. - 172 с. 2018
4. Економіко-математичне моделювання [Текст] : навчальний посібник для підготовки фахівців економ. спец. ОКР "Бакалавр" / Національний університет біоресурсів і природокористування України ; Уклад.: З. О. Жадлун, Л. В. Галаєва, Н. Г. Шульга. - К. : Видавничий центр ООО "Інтеграл", 2009. – 231с.
5. Економіко-математичні моделі та методи їх розв'язку [Текст] : методичні вказівки до виконання лабораторних та практичних завдань для підготовки фахівців економічних спеціальностей ОС “Бакалавр” / Національний університет біоресурсів і природокористування України; уклад.: Л. В. Галаєва, Н. А. Рогоза, Н. Г. Шульга. - К. : ЦП "КОМПРИНТ", 2016. - 172 с.
6. Економіко-математичні методи та моделі у фінансах [Текст] : навчальний посібник для вищих навчальних закладів / Л. В. Бережна, О. І. Снитюк. - К. : Кондор, 2009. - 302 с.
7. Економіко-математичні методи та моделі [Текст] : методичні вказівки для підготовки фахівців економічних спеціальностей ОКР "Бакалавр" / Національний університет біоресурсів і природокористування України; уклад.: З. О. Жадлун, Л. В. Галаєва, Н. Г. Шульга. - К. : Видавничий центр НУБіП України, 2013. - 94 с
8. Економіко-математичні методи та моделі [Текст] : методичні матеріали до лабораторних занять для студентів денної та заочної форм навчання за напрямом підготовки 6.030507«Маркетинг», ОКР «Бакалавр» / Національний університет біоресурсів і природокористування України; уклад.: З. О. Жадлун, Н. А. Рогоза. - К. : Редакційно-видавничий відділ НУБіП України, 2014. - 72 с.

9. Оптимізаційні моделі та методи їх реалізації [Текст] : навчальний посібник для підготовки фахівців економічних спеціальностей ОКР "Бакалавр" / Національний університет біоресурсів і природокористування України ; уклад.: З. О. Жадлун, Л. В. Галаєва, Н. Г. Шульга. - К. : Видавничий центр НУБіП України, 2012. - 151 с.
10. Оптимізаційні методи та моделі [Текст] : підручник / Л. В. Забуранна [та ін.]. - К. : ЦП "Компринт", 2014. - 372 с. (Забуранна, Л.В.; Клименко, Н.А.; Попрозман, Н.В.; Попрозман, О.І.; Забуранний, С.В.).
11. Оптимізаційні моделі та методи їх реалізації [Текст] : навчальний посібник для підготовки фахівців економічних спеціальностей ОКР "Бакалавр" / Національний університет біоресурсів і природокористування України; уклад.: З. О. Жадлун, Л. В. Галаєва, Н. Г. Шульга. - К. : Видавничий центр НУБіП України, 2014. - 160 с.
12. Основи математичних методів дослідження операцій [Текст] : навчальний посібник / Є. А. Лавров [та ін.] ; Національний університет біоресурсів і природокористування України, Сумський державний університет. - К. : ЦП "Компринт", 2015. - 452 с.
13. Оптимізаційні методи та моделі : підручник / В.С. Григорків, М.В. Григорків. – Чернівці : Чернівецький нац. ун-т, 2016. – 400 с.
14. Optimization methods and models [Text] : methodical textbook for students studying to get the scientific grade "Bachelor" / National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine ; comp.: L. V. Galaieva, N. G. Shulga. - K. : Centre of NULES of Ukraine, 2014. - 158 p.
15. Antoniou A., Lu W.-S. Practical Optimization. Algorithms and Engineering Applications, 21
16. Baldick R. Applied Optimization: Formulation and Algorithms for Engineering Systems, 2013
17. Hooker J.N. Integrated Methods for Optimization, 2012
18. Weise T. Global Optimization Algorithms. Theory and Application, 2011

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. – 200бс.
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.
6. Юдин Д.Б., Гольштейн Е.Г. Линейное программирование. Теория, методы и приложения. – М.: Наука, 1969. – 424

13. Інформаційні ресурси

1. Бібліотека для студентів
2. <http://financial.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2017/09/%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%86%D1%96%D1%97.pdf>
3. http://www.ebooktime.net/book_16_glava_66
4. Офіційний вісник України <http://www.gdo.kiev.ua>