

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТОРГОВЕЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ

Система забезпечення якості освітньої діяльності та якості вищої освіти

сертифікована на відповідність ДСТУ ISO 9001:2015 / ISO 9001:2015

Кафедра цифрової економіки та системного аналізу

ЗАТВЕРДЖЕНО

вченою радою

(пост. П. від 09 2020 р.)

Ректор

А. А. Мазаракі



**ОПТИМІЗАЦІЙНІ МЕТОДИ ТА МОДЕЛІ/
OPTIMIZATION METHODS AND MODELS**

РОБОЧА ПРОГРАМА /

COURSE OUTLINE

освітній ступінь	бакалавр	/	Bachelor
галузь знань	<u>12 Інформаційні технології</u>	/	<u>Information Technology</u>
спеціальність	<u>122 Комп'ютерні науки</u>	/	<u>Computer Science</u>
спеціалізація	<u>Комп'ютерні науки</u>	/	<u>Computer Science</u>

Київ 2020

**Розповсюдження і тиражування без офіційного дозволу КНТЕУ
заборонено**

Автор: Геселева Н. В., кандидат технічних наук, доцент

Робочу програму розглянуто і затверджено на засіданні кафедри цифрової економіки та системного аналізу 02.03.2020 р., протокол № 7

Рецензенти: Кулаженко В. В., кандидат економічних наук,
Фабрика І. В., кандидат економічних наук, заступник керівника Центру управління стратегічними змінами АТ «Ощадбанк».

**ОПТИМІЗАЦІЙНІ МЕТОДИ ТА МОДЕЛІ/
OPTIMIZATION METHODS AND MODELS**

РОБОЧА ПРОГРАМА /

COURSE OUTLINE

освітній ступінь	бакалавр	/	Bachelor
галузь знань	<u>12 Інформаційні технології</u>		<u>Information Technology</u>
спеціальність	<u>122 Комп'ютерні науки</u>	/	<u>Computer Science</u>
спеціалізація	<u>Комп'ютерні науки</u>	/	<u>Computer Science</u>

1. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛІНИ ТА РОЗПОДІЛ ГОДИН ЗА ТЕМАМИ (ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН)

Для вивчення дисципліни відводиться 180 год. / 6 кредитів ECTS (лекцій – 28 год., практичних занять – 28 год., самостійної роботи – 124 год.), підсумковий контроль – екзамен

Назва теми	Кількість годин				Форма контролю
	Усього годин / кредитів	з них:			
		лекції	практичні заняття / МК	самостійна робота студентів	
Тема 1. Лінійні оптимізаційні методи і моделі	16	4	2	10	УО, Т, ІДЗ, П, СРС
Тема 2. Графічний метод у лінійній оптимізації	14	2	2	10	УО, Т, ІДЗ, П, СРС
Тема 3. Аналітичні методи для лінійних оптимізаційних задач	36	6	4	18	УО, Т, ІДЗ, П, СРС
Тема 4. Задача про призначення	12	2	2	10	УО, Т, ІДЗ, П, СРС
Тема 5. Транспортна задача та її модифікації	18	4	4	12	УО, Т, ІДЗ, Пр, П, СРС
Тема 6. Задачі мережевого планування	14	2	2	12	УО, Т, ІДЗ, П, СРС
Тема 7. Теорія ігор	16	2	2	12	УО, Т, ІДЗ, Пр, П, СРС
Тема 8. Методи дискретної оптимізації	20	2	4	14	УО, Т, ІДЗ, П, СРС
Тема 9. Нелінійна оптимізація	16	2	2	12	УО, Т, ІДЗ, П, СРС
Тема 10. Задачі і методи динамічного програмування	18	2	4	14	УО, Т, ІДЗ, Пр, П, СРС, МК
Підсумковий контроль – екзамен					
Разом	180/6	28	28	124	x

Примітка: Кількість годин відповідає колонці **D** в розділі 4.

Примітка: **УО** – усне опитування; **Т** – тестування; **ІДЗ** – виконання індивідуальних домашніх завдань; **П** – перевірка індивідуальних завдань; **Пр.** презентація індивідуального завдання; **МК** – модульний контроль; **СРС** – самостійна робота студента

2. ТЕМАТИКА ТА ЗМІСТ ЛЕКЦІЙНИХ, ПРАКТИЧНИХ (СЕМІНАРСЬКИХ) ЗАНЯТЬ І САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ

Результати навчання	Навчальна діяльність ¹	Робочий час студента, год
1	2	3
<p>Розуміння: теоретичних засад дослідження операцій та оптимізаційного моделювання</p> <p>Знання: теорії та методів розв'язання задач лінійного програмування</p> <p>Вміння: будувати лінійні моделі прикладних задач, зводити їх до канонічного вигляду</p>	<p>Тема 1. Лінійні оптимізаційні методи і моделі.</p> <p style="text-align: center;">Лекція 1. Вступ у дослідження операцій. Поняття моделі і моделювання План лекції</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Поняття моделі і моделювання. 2. Типи моделей. 3. Етапи побудови математичної моделі. 4. Загальна постановка задачі дослідження операцій. 5. Приклади математичних моделей економічних задач. 6. Задачі оптимального виробничого планування 7. <i>Програмні засоби реалізації оптимізаційних моделей (презентація програмних засобів).</i> <p style="text-align: center;">Лекція 2. Форми представлення задачі лінійного програмування План лекції</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Стандартна форма задачі лінійного програмування. 2. Канонічна форма задачі лінійного програмування. 3. Симетрична форма задачі лінійного програмування 4. Правила переходу між різними формами представлення задачі. 5. Задачі про оптимальний розкрій матеріалів, стохастичні задачі комплектування парку верстатів. <p style="text-align: center;">Практичне заняття 1</p> <p>Складання моделей оптимізаційних задач. Надбудова «Поиск решения». Форми представлення задачі лінійного програмування. Перехід від однієї форми до іншої.</p>	<p>2</p> <p>2</p> <p>2</p>

¹+20% інтерактивних методів навчання виділено курсивом

	<p>Мета: аналіз текстових задач економічного змісту та побудова математичних моделей економічних задач.</p> <p>Завдання: <i>Скласти математичну модель економічної задачі оптимального виробничого планування, задачі про оптимальний склад суміші, задачі про оптимальний склад раціону харчування та знайти її розв'язок з використанням надбудови «Поискрешения» в MSExcel. Звести задану модель економічної задачі про оптимальний розкрій матеріалів, стохастичної задачі комплектування парку верстатів до симетричної та канонічної форми; обґрунтувати введення додаткових змінних в модель.</i></p> <p style="text-align: center;">Список рекомендованих джерел:</p> <p><i>Основний: 1-5. Додатковий: 12, 14, 19-20. Інтернет-джерела: 23-25.</i></p> <p>Самостійна робота студентів: підготовка до практичних занять з теми, ознайомлення з основною та додатковою літературою, інтернет-ресурсами, виконання індивідуальних завдань з використанням комп'ютера.</p>	10
<p style="text-align: center;">Розуміння: геометричної інтерпретації задач лінійного програмування</p> <p style="text-align: center;">Знання: алгоритму графічного методу для задач лінійного програмування</p> <p style="text-align: center;">Вміння: знаходити розв'язки оптимізаційних задач з використанням графічного методу</p>	<p style="text-align: center;">Тема 2. Графічний метод у лінійній оптимізації Лекція 3 Графічний метод для лінійних оптимізаційних задач План лекції</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Геометрична інтерпретація лінійної моделі. 2. Многогранник допустимих розв'язків та його побудова. 3. Особливі випадки геометричної інтерпретації. 4. Графічний метод розв'язування задачі лінійного програмування. 5. Нестандартні випадки графічного методу (необмеженість, виродженість, нескінченна кількість розв'язків). 6. Задача оптимального виробничого планування для продукції двох видів. <p style="text-align: center;">Практичне заняття 2 Графічний метод розв'язування задачі лінійного програмування.</p> <p>Мета: геометрична інтерпретація лінійних економічних задач, застосування графічного методу для розв'язування лінійних економічних задач.</p>	2 2

	<p>Завдання: У результаті моделювання економічної задачі отримано лінійну оптимізаційну модель виробничого планування для продукції двох видів. Знайти оптимальні (мінімальне та максимальне) значення економічного показника F, а також оптимальні значення параметрів x_1^* та x_2^*, при яких досягаються F_{\min} та F_{\max}. Для отримання розв'язку задачі використати графічний метод</p> <p style="text-align: center;">Список рекомендованих джерел:</p> <p><i>Основний:</i> 1-5. <i>Додатковий:</i> 12, 14, 19-20. <i>Інтернет-джерела:</i> 23-25.</p> <p>Самостійна робота студентів: підготовка до практичних занять з теми, ознайомлення з основною та додатковою літературою, інтернет-ресурсами, виконання індивідуальних завдань з використанням комп'ютера.</p>	10
<p style="text-align: center;">Розуміння: теоретичних основ аналітичних методів розв'язування задач лінійного програмування</p> <p style="text-align: center;">Знання: теорем лінійної оптимізації</p> <p style="text-align: center;">Вміння: розв'язувати задачі лінійного програмування за допомогою симплекс-методу, методу штучного базису та двоїстого симплекс-методу</p>	<p style="text-align: center;">Тема 3. Аналітичні методи для лінійних оптимізаційних задач</p> <p style="text-align: center;">Лекція 4. Симплексний метод План лекції</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Поняття базису та симплекс таблиці. 2. Алгоритм симплекс-методу. 3. Розв'язування прикладних задач лінійної оптимізації симплексним методом. <p style="text-align: center;">Лекція 5. Метод штучного базису План лекції</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Причини модифікації класичного симплексного методу. 2. Штучні змінні. 3. Критерії нерозв'язності оптимізаційної задачі. 4. Метод штучного базису. <p style="text-align: center;">Лекція 6. Двоїстість лінійних оптимізаційних задач. Економічний аналіз двоїстих задач</p>	<p style="text-align: center;">2</p> <p style="text-align: center;">2</p> <p style="text-align: center;">2</p>

План лекції

1. Двоїстість в лінійній оптимізації.
2. Теореми двоїстості.
3. Методи побудови двоїстої задачі.
4. Економічна інтерпретація двоїстої задачі, визначення статусу ресурсів.
5. Аналіз моделей економічних процесів на чутливість.
6. Рентабельність та методи її оцінки.
7. Знаходження інтервалів допустимої зміни ціни, інтервалів зміни запасів ресурсів.

Практичне заняття №3

Практична реалізація симплексного методу.

Мета: розв'язування лінійних економічних задач довільної вимірності з використанням симплексного методу.

Завдання: У
результаті моделювання економічної задачі отримано лінійну оптимізаційну модель. Знайти оптимальні (мінімальне та максимальне) значення економічного показника F . Для отримання розв'язку задачі використати:

1) симплексний метод;

2) графічний метод.

Порівняти результати, отримані обома методами.

Практичне заняття №4

Економічний аналіз двоїстих задач

Мета: проведення економічного аналізу оптимального плану задачі; визначення рентабельності виготовлення продукції, статусу ресурсів, інтервалів зміни ціни на продукцію.

Завдання: записати оптимальні плани прямої та двоїстої задач і зробити їх економічний аналіз; визначити статус ресурсів прямої задачі; визначити інтервали стійкості двоїстих оцінок відносно зміни запасів дефіцитних ресурсів; провести аналіз можливої зміни загальної вартості як при зміні обсягів кожного з ресурсів окремо, так і при їх одночасній зміні у вказаних межах; визначити рентабельність кожного виду продукції, що виготовляється на підприємстві.

18

	<p style="text-align: center;">Список рекомендованих джерел:</p> <p><i>Основний:</i> 1,3,5. <i>Додатковий:</i> 19-20. <i>Інтернет-джерела:</i> 23-25.</p> <p>Самостійна робота студентів: підготовка до практичних занять з теми, ознайомлення з основною та додатковою літературою, інтернет-ресурсами, виконання індивідуальних завдань з використанням комп'ютера.</p>	
<p>Розуміння: сфери застосування задач про призначення</p> <p>Знання: алгоритму угорського методу</p> <p>Вміння: використовувати алгоритм угорського методу для знаходження розв'язку задачі про призначення</p>	<p style="text-align: center;">Тема 4. Задача про призначення</p> <p style="text-align: center;">Лекція 7. Задача про призначення. Угорський метод.</p> <p style="text-align: center;">План лекції</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Постановка задачі про призначення. 2. Алгоритм угорського методу. 3. Типові економічні задачі про призначення. 4. Задача оптимального розподілу робіт між виконавцями <p style="text-align: center;">Практичне заняття 5</p> <p style="text-align: center;">Задача про призначення. Угорський метод.</p> <p>Мета: використання угорського методу для розв'язування економічної задачі про призначення.</p> <p>Завдання: Підприємство має виконати n 'ять видів робіт, для виконання яких можуть бути призначені робітники різної кваліфікації. Економічна ефективність від призначення i-го робітника на j-ту роботу задана у вигляді матриці ефективності. Визначити розподіл робітників за роботами, який би давав максимальну ефективність такого призначення.</p> <p style="text-align: center;">Список рекомендованих джерел:</p> <p><i>Основний:</i> 1, 4, 5 <i>Додатковий:</i> 20. <i>Інтернет-джерела:</i> 24, 25</p> <p>Самостійна робота студентів: підготовка до практичних занять з теми, ознайомлення з основною та додатковою літературою, інтернет-</p>	<p style="text-align: center;">2</p> <p style="text-align: center;">2</p> <p style="text-align: center;">10</p>

	ресурсами, виконання індивідуальних завдань з використанням комп'ютера.	
<p>Розуміння: Класів задач транспортного типу</p> <p>Знання: властивостей транспортної задачі та методів її розв'язання</p> <p>Вміння: аналізувати та розв'язувати задачі лінійного програмування транспортного типу</p>	<p>Тема 5. Транспортна задача та її модифікації</p> <p>Лекція 8. Транспортна задача та її модифікації. Методи знаходження опорного розв'язку</p> <p>План лекції</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Постановка транспортної задачі. 2. Відкриті та закриті транспортні задачі. 3. Поняття опорного плану. 4. Метод північно-західного кута. 5. Метод мінімального елемента. 	2
	<p>Лекція 9. Методи знаходження оптимального плану транспортної задачі. Метод потенціалів.</p> <p>План лекції</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Метод потенціалів. 2. Поняття циклу перерахунку. 3. Метод апроксимації Фогеля. 	2
	<p>Практичне заняття №6</p> <p>Транспортна задача. Знаходження опорного плану.</p> <p>Мета: знаходження опорного плану транспортної задачі методом північно-західного кута та методом мінімального елемента.</p> <p>Завдання: Знайти опорний план задачі про оптимальний план перевезень, задачі про оптимальне розміщення виробництва методом мінімального елемента та методом північно-західного кута. Порівняти отримані опорні плани.</p>	2
	<p>Практичне заняття №7</p> <p>Транспортна задача. Метод потенціалів.</p> <p>Мета: знаходження оптимального розв'язку транспортної задачі методом потенціалів.</p> <p>Завдання: На основі опорного плану, отриманого за методом північно-західного кута, знайти оптимальний план перевезень методом потенціалів.</p> <p>Список рекомендованих джерел:</p>	2

	<p><i>Заданий комплекс робіт ІТ-проекту. Виконати оптимізацію мережевого графіку виконання комплексу робіт. Побудувати мережну модель проекту, визначити критичний шлях, ранній та пізній терміни виконання робіт, резерв часу. Побудувати мережевий графік проекту із складанням календарного плану робіт.</i></p> <p style="text-align: center;">Список рекомендованих джерел:</p> <p><i>Основний: 1, 2, 5. Додатковий: 10, 18. Інтернет-джерела: 21, 24</i></p> <p>Самостійна робота студентів: підготовка до практичних занять з теми, ознайомлення з основною та додатковою літературою, інтернет-ресурсами, виконання індивідуальних завдань з використанням комп'ютера.</p>	12
<p>Розуміння: ігрового підходу в дослідженні операцій</p> <p>Знання: основних понять теорії матричних ігор</p> <p>Вміння: знаходити сідлові точки та оптимальні розв'язки матричних ігор у змішаних стратегіях</p>	<p style="text-align: center;">Тема 7. Теорія ігор</p> <p style="text-align: center;">Лекція 11. Теорія ігор у дослідженні операцій. Графічний метод</p> <p style="text-align: center;">План лекції</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ігровий підхід до моделювання задач. 2. Основні поняття та визначення теорії ігор. 3. Матричні ігри. Перетворення платіжної матриці. 4. Графічний метод розв'язування ігрових задач. <p style="text-align: center;">Практичне заняття 9</p> <p style="text-align: center;">Теорія ігор. Графічний та аналітичний методи.</p> <p>Мета: оцінка конфліктних ситуацій в дослідженні операцій та шляхи їх вирішення з використанням теоретико-ігрового підходу.</p> <p>Завдання: Для заданих платіжних матриць, що описують конкурентні стратегії двох підприємств у боротьбі за ринок збуту товарів, перевірити наявність або відсутності сідлової точки. Знайти розв'язок конфліктної ситуації з використанням графічного методу. Перевірити точність розв'язку графічним методом за допомогою аналітичного методу розв'язування ігрових задач.</p>	<p>2</p> <p style="text-align: center;">2</p>

	<p align="center">Список рекомендованих джерел:</p> <p><i>Основний: 1, 2, 5.</i> <i>Додатковий: 15, 17, 18.</i> <i>Інтернет-джерела: 22-25.</i></p> <p>Самостійна робота студентів: підготовка до практичних занять з теми, ознайомлення з основною та додатковою літературою, інтернет-ресурсами, виконання індивідуальних завдань з використанням комп'ютера.</p>	12
<p>Розуміння: типів задач в умовах цілочисленості та дискретності значень змінних</p> <p>Знання: методів розв'язання задач цілочислового та дискретного програмування</p> <p>Вміння: розв'язувати задачі цілочислового та дискретного програмування методами Гоморі, Дальтона-Ллевеліна і гілок та меж</p>	<p align="center">Тема 8. Методи дискретної оптимізації</p> <p align="center">Лекція 12. Цілочислова оптимізація. Метод Гоморі. Метод гілок і меж.</p> <p align="center">План лекції</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Задача цілочислового лінійного програмування. 2. Цілочислове відсікання. 3. Метод Гоморі. 4. Вирішення задачі оптимального виробничого планування з використанням першого та другого алгоритмів Гоморі 5. Розбиття вихідної множини на підмножини (гілки). 6. Знаходження оцінок (меж). 7. Алгоритм Ленда та Дойга. 8. Вирішення задачі комівояжера методом гілок і меж. <p align="center">Практичне заняття 10 Метод Гоморі для цілочислової задачі</p> <p>Мета: знаходження оптимальних розв'язків цілочислових та частково цілочислових задач. Завдання: Знайти оптимальний розв'язок задачі виробничого планування як задачі цілочислової оптимізації з використанням першого та другого алгоритмів Гоморі.</p> <p align="center">Практичне заняття 11 Метод гілок і меж.</p> <p>Мета: знаходження розв'язків дискретних оптимізаційних задач. Завдання: Знайти оптимальний розв'язок задачі комівояжера з</p>	<p align="center">2</p> <p align="center">2</p> <p align="center">2</p>

	<p><i>використанням методу гілок і меж.</i></p> <p>Список рекомендованих джерел:</p> <p><i>Основний:</i> 4, 5. <i>Додатковий:</i> 11, 20. <i>Інтернет-джерела:</i> 22, 24.</p> <p>Самостійна робота студентів: підготовка до практичних занять з теми, ознайомлення з основною та додатковою літературою, інтернет-ресурсами, виконання індивідуальних завдань з використанням комп'ютера.</p>	14
<p>Розуміння: нелінійності більшості економічних процесів</p> <p>Знання: основ теорії та методів нелінійного програмування</p> <p>Вміння: розв'язувати задачі нелінійного програмування градієнтними методами та їх модифікаціями</p>	<p style="text-align: center;">Тема 9. Нелінійна оптимізація</p> <p style="text-align: center;">Лекція 13. Нелінійна оптимізація. Графічний метод. Аналітичні методи.</p> <p style="text-align: center;">План лекції</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Загальна задача нелінійного програмування. 2. Геометрична інтерпретація задачі нелінійного програмування. 3. Економічна інтерпретація задачі нелінійного програмування. 4. Задача оптимального виробничого планування із урахуванням умови невизначеності та ризику, що вимагає введення нелінійної функції в систему обмежень, а мінімізація ризику досягається за рахунок дослідження математичної моделі з нелінійною цільовою функцією. 5. Метод Ейлера. 6. Метод дихотомії. 7. Градієнтні методи. 8. Методи штрафних функцій <p style="text-align: center;">Практичне заняття 12</p> <p style="text-align: center;">Нелінійне програмування. Графічний метод. Метод множників Лагранжа.</p> <p>Мета: знаходження розв'язків задач нелінійної оптимізації графічним методом.</p> <p>Завдання: <i>Визначити геометричну інтерпретацію цільової функції та системи обмежень нелінійної задачі збуту кінцевої продукції за умов максимізації реалізованої продукції, в якій обмеження задачі враховують</i></p>	2

	<p>програмування; застосування принципу оптимальності Беллмана для знаходження розв'язку задачі про оптимальну заміну обладнання на підприємстві.</p> <p>Завдання: На підприємстві встановлено нове обладнання. Плановому відділу доручено розробити політику заміни обладнання на наступні п'ять років. Залежності продуктивності та витрат на експлуатацію обладнання від часу наведені в таблиці. Скласти такий план заміни обладнання на протязі п'яти років від встановлення першого, щоб загальний прибуток від його експлуатації був максимальним.</p> <p style="text-align: center;">Практичне заняття 14</p> <p>Задачі і методи динамічного програмування. Задача оптимального розподілу інвестицій</p> <p>Мета: розв'язування задачі про оптимальний розподіл інвестицій.</p> <p>Завдання: Імовірний приріст випуску продукції чотирьох виробничих підприємств за умов надання їм інвестицій наведено в таблиці. Методом динамічного програмування скласти такий план розподілу інвестицій між підприємствами, який забезпечує максимальний загальний приріст випуску продукції за умови, що кожне підприємство може отримати тільки одну з інвестицій</p> <p style="text-align: center;">Список рекомендованих джерел:</p> <p><i>Основний:</i> 1, 3-5. <i>Додатковий:</i> 20. <i>Інтернет-джерела:</i> 21, 25</p> <p>Самостійна робота студентів: підготовка до практичних занять з теми, ознайомлення з основною та додатковою літературою, інтернет-ресурсами, виконання індивідуальних завдань з використанням комп'ютера.</p>	<p style="text-align: center;">2</p> <p style="text-align: center;">14</p>
Разом		180

3. СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

Основний

1. Боровик О. В. Дослідження операцій в економіці: Навч. посібник для студентів вищих навч. закладів / О. В. Боровик, Л. В. Боровик. – К. : Центр учбової літератури, 2007. – 423с.
2. Кутковецький, В. Я. Дослідження операцій: Навч. посібник для студентів вищих навч. закладів / В. Я. Кутковецький. – К. : Професіонал, 2004. – 350с.
3. Охріменко, М. Г. Дослідження операцій: Навч. посібник для студентів вищих навч. закладів / М. Г. Охріменко, І. Ю. Дзюбан. – К. : Центр навчальної літератури, 2006. – 182с.
4. Ульяновченко, О. В. Дослідження операцій в економіці: Підручник для студентів вузів / О. В. Ульяновченко. – Х. : Гриф, 2003. – 578с.
5. Чемерис, А. Методи оптимізації в економіці: Навч. посібник для студентів вищих навч. закладів / А. Чемерис, Р. Юринець, О. Мицишин. – К. : Центр навчальної літератури, 2006. – 150с.

Додатковий

6. Дослідження операцій: Методичні рекомендації до самостійної роботи студентів / Каф. вищої та прикладної математики; уклад. С.В. Білоусова, Ю.А. Гладка, Т.В. Ковальчук та ін. – Київ : КНТЕУ, 2008. – 54 с.
7. Геселева Н.В. Застосування теоретико-ігрового підходу для визначення оптимальної структури портфеля інноваційних проектів / Н.В. Геселева. – Новое в экономической кибернетике, Донецьк, №2, 2009. – С.14-27
8. Геселева Н.В. Економетричні підходи до моделювання інноваційних процесів / Н.В. Геселева. – Формування ринкових відносин в Україні, Київ, №10 (125), 2011. – С.82-89
9. Геселева Н.В., Діброва О.В. Оптимальне управління підприємством як запорука його конкурентоспроможності / Н.В. Геселева, О.В. Діброва. – Вісник КНУТД, №4(66), 2012. – С.186-191
10. Геселева Н.В., Корецький С.Л. Аналізування ризиків інвестиційно-інноваційних проектів методами частотного аналізу / Н.В. Геселева, С.Л. Корецький. – Вісник КНУТД, №5, 2010. – С.19-24
11. Геселева Н.В., Мельник Н.В. Дослідження чинників розвитку інноваційно-знаннєвої економіки / Н.В. Геселева, Н.В. Мельник. – Вісник КНУТД, №5(91), 2015. – С. 40-45
12. Геселева Н.В., Степанов В.Г. Сучасні підходи до зниження кредитних ризиків / Н.В. Геселева, В.Г. Степанов – Вісник КНУТД, №4(113), 2017. – С. 57-63
13. Зайченко Ю.П. Исследование операций / Ю. П. Зайченко. – Киев: Издательский дом «Слово», 2003. – 688 с.
14. Наконечний С.І. Математичне програмування / С. І. Наконечний, С. С. Савіна. – К.: КНЕУ, 2005. – 452 с.
15. Яремчук С. І. Математичні методи дослідження операцій в прикладах: Навчальний посібник / С. І. Яремчук. – Житомир: ЖІТІ, 2002. - 264 с

16. Naidu N. V. R. Operations Research / N. V. R. Naidu, G. I. K. Rajendra. – International Pvt Ltd, 2010. – 180 p.
17. Rajagopal K. Operations research / K. Rajagopal. – PHI Learning Pvt. Ltd., 2012. – 608 p.
18. Shah N. H. Operations research / N. H. Shah, R. M. Gor, H. Soni. – PHI Learning Pvt. Ltd., 2007. – 576 p.
19. Sharma J. K. Operations Research: Theory and Applications / J. K. Sharma. – Macmillan Publishers India Limited, 2009. – 976 p.
20. Sivarethinamohan R. Operations Research: Core business program / R. Sivarethinamohan. – Tata McGraw-Hill Education, 2008. – 596 p.

Internet-джерела

21. Безкоштовні онлайн курси [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://prometheus.org.ua/>.
22. Как построить математическую модель оптимизационной задачи [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.youtube.com/watch?v=hKqkevdfU>
23. Решение задачи линейного программирования графическим методом [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.youtube.com/watch?v=A7z4hnduzLI>
24. Решение задачи о распределении ресурсов с помощью Поиска решений [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.youtube.com/watch?v=Xmo-M6a4wWI>
25. Симплекс-метод [Електронний ресурс]. – Режим доступу : – <https://www.youtube.com/watch?v=B4hdkK5IMEg>
26. Теория игр и исследование операций [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.youtube.com/playlist?list=PLDrmKwRSNx7LFZahXMjYKixzfMgi5MqFF>

** Курсивом виділені джерела, що є у бібліотеці КНТЕУ