


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЕКОНОМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ Р.ЕЛЬВОРТІ

Кафедра інформаційних технологій

"ЗАТВЕРДЖУЮ"
Завідувач кафедри

 /О.П. Бондар/
30 серпня 2024 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ОПЕРАЦІЙ»

Спеціальність: **122 Комп'ютерні науки**
Освітня програма (освітньо-професійна): Комп'ютерні науки

Нормовані дані	Курс	Семестр	Всього годин за планом	Кількість кредитів ECTS	Всього аудит (год.)	Аудиторних годин, (у тому числі КЗ)			Самостійна робота (год.)	Курсове проектування (семестр/ кредити)	Контрольний підсумок (семестр)	
						Лекції	Лабораторні роботи	Практичні заняття			Екзамен	Залік
Форма навчання												
Денна	3	5	120	4	72	36	-	36	48	-	5	-

Кропивницький 2024 рік

Робочу програму «Математичні методи дослідження операцій» для

(назва навчальної дисципліни)

здобувачів освітнього рівня бакалавр за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки» розроблено згідно ОП (ОПП) Комп'ютерні науки

Розробники: (вказати авторів, їхні посади, наукові ступені та вчені звання)

Мироненко О.В., доцент кафедри, кандидат фізико-математичних наук

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри інформаційних технологій

Протокол від " 30 " серпня 2024 року № 1

Завідувач кафедри інформаційних технологій

(назва кафедри)

Бондар О. П.

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Схвалено Вченою радою ЕТІ ім. Р.Ельворті

Протокол від " 24 " вересня 2024 року № 15

Голова Вченої ради Штець Т.Ф.

(прізвище та ініціали)

(підпис)

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, ступінь вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		Денна форма навчання	Заочна форма навчання
Кількість кредитів - 4	Галузь: 12– Інформаційні технології Спеціальність або освітня програма 122 Комп'ютерні науки	Статус дисципліни нормативна	
Залікових модулів -1		Рік підготовки	
Змістових модулів - 2		3	
Індивідуальне завдання студента -		Семестр	
Загальна кількість годин -120		5	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – ___4___; самостійної роботи студента –4	Ступінь вищої освіти: <i>перший (бакалаврський)</i>	Лекції (год.)	
		36	
		Практичні, семінарські (год.)	
		36	
		Лабораторні (год.)	
		-	-
		Самостійна робота (год.)	
		48	
		Індивідуальне завдання (год.)	
		-	-
Вид контролю:			
екзамен			

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять та самостійної роботи становить (%): 60% до 40%.

2. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

2.1. Мета дисципліни: формування у майбутніх фахівців з комп'ютерних наук науково-теоретичних основ, методології та інструментарію побудови і використання різних типів математичних моделей та практичних засобів їх застосування в сучасних умовах.

2.2. Завдання дисципліни: засвоєння студентами базових понять вивчення основних принципів та інструментарію постановки задач, побудови їх математичних моделей, методів їх розв'язування та аналізу; навчання сучасним методам створення математичних моделей та розв'язування задач професійного спрямування.

2.3. За результатами вивчення дисципліни здобувач повинен опанувати наступні **компетентності:**

ІК. Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у галузі комп'ютерних наук або у процесі навчання, що передбачає

застосування теорій та методів інформаційних технологій і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

Загальні компетентності (ЗК):

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК4. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.

ЗК6. Здатність вчитися й оволодівати сучасними знаннями.

ЗК7. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

Спеціальні (фахові) компетентності спеціальності (СК):

СК5. Здатність здійснювати формалізований опис задач дослідження операцій в організаційно-технічних і соціально-економічних системах різного призначення, визначати їх оптимальні розв'язки, будувати моделі оптимального управління з урахуванням змін економічної ситуації, оптимізувати процеси управління в системах різного призначення та рівня ієрархії

2.4. За результатами вивчення навчальної дисципліни студент повинен знати: типи моделей задач управління та фінансової діяльності; методи лінійного програмування; методи нелінійного програмування; методи динамічного програмування; елементи теорії ігор.

вміти: практично використовувати засвоєні теоретичні знання; застосовувати науковий підхід до аналізу і створення математичних моделей; робити постановку завдання в числовому та формульному вигляді; здійснювати розрахунки побудованої моделі на основі базових методів; проводити аналіз отриманих результатів моделювання; застосовувати методи лінійного програмування до розв'язування задач економічного змісту; застосовувати методи нелінійного програмування до розв'язування оптимізаційних задач; застосовувати методи динамічного програмування до розв'язування оптимізаційних задач; користуватися програмними засобами (надбудова MS Excel «Розв'язувач»).

2.5. Програмні результати навчання

ПР1. Застосовувати знання основних форм і законів абстрактно-логічного мислення, основ методології наукового пізнання, форм і методів вилучення, аналізу, обробки та синтезу інформації в предметній області комп'ютерних наук.

ПР2. Використовувати сучасний математичний апарат неперервного та дискретного аналізу, лінійної алгебри, аналітичної геометрії, в професійній діяльності для розв'язання задач теоретичного та прикладного характеру в процесі проектування та реалізації об'єктів інформатизації.

ПР7. Розуміти принципи моделювання організаційно-технічних систем і операцій; використовувати методи дослідження операцій, розв'язання одно- та багатокритеріальних оптимізаційних задач лінійного, цілочисельного, нелінійного, стохастичного програмування.

2.6. Структурно-логічне місце дисципліни в освітній програмі

Попередні дисципліни:	Наступні дисципліни:
<i>Вища математика (Лінійна алгебра і аналітична геометрія, Математичний аналіз)</i>	<i>Теорія прийняття рішень</i>
<i>Теорія ймовірностей, ймовірнісні процеси і математична статистика</i>	<i>Моделювання систем</i>
<i>Дискретна математика</i>	<i>Системний аналіз</i>
<i>Чисельні методи</i>	

3. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Змістовий модуль 1(60 год).

Загальна задача лінійного програмування та методи її розв'язування.

Тема 1. Задача оптимізації. Постановка задач математичного програмування.

Поняття оптимізаційних задач і оптимізаційних моделей. Класифікація. Концептуальні аспекти математичного моделювання економіки. Поняття математичної моделі. Принципи моделювання. Класифікація моделей. Якість моделі. Прийняття рішень (вибір).

Основні етапи операційного дослідження: постановка задачі, побудова математичної моделі, пошук методу розв'язку, перевірка та корегування моделі, реалізація знайденого розв'язку на практиці. Типові класи задач: задачі управління запасами, задачі розподілу ресурсів, задачі ремонту та заміни обладнання, задачі кадрового розподілу, задачі упорядкування, задачі мережного планування та управління, задачі вибору маршруту, комбіновані задачі.

Тема 2. Загальна задача лінійного програмування.

Основні поняття та визначення. Математична модель задачі. Постановка задачі лінійного програмування, форми її запису. Основна властивість задачі лінійного програмування. Загальна форма задачі лінійного програмування (ЗЗЛП). Основні властивості ЗЗЛП та її перша геометрична інтерпретація. Канонічна форма задачі лінійного програмування (КЗЛП).

Тема 3. Графічний та симплексний метод розв'язування задачі лінійного програмування.

Графічний спосіб розв'язання задач лінійного програмування, деякі властивості

розв'язку. Геометрична інтерпретація і графічний спосіб розв'язування задач лінійного програмування. Деякі властивості множини припустимих розв'язків задач лінійного програмування.

Симплекс-метод розв'язання задач лінійного програмування. Ідея методу, область визначення. Алгоритм простого (прямого) симплекс-методу. Побудова опорного (базисного) розв'язку задачі. Ознаки оптимальності опорних планів. Ознаки необмеженості цільових функцій в допустимій області. Ознаки наявності нескінченної множини оптимальних планів. Ознаки оптимальності розв'язку. Вироджені плани задачі лінійного програмування та проблеми зациклення. Алгоритм симплексного методу розв'язання неvirоджених задач лінійного програмування. Особливі випадки застосування симплекс-методу.

Тема 4. Теорія двоїстості та двоїсті оцінки в аналізі розв'язків лінійних оптимізаційних моделей.

Теорія двоїстості в лінійному програмуванні. Постановка прямої та двоїстої задач лінійного програмування. Правила побудови математичних моделей прямої та двоїстої (симетричної) задач лінійного програмування. Симетричні та несиметричні двоїсті задачі. Теореми двоїстості. Інтерпретація двоїстих оцінок в ЗЛП. Постоптимальний аналіз лінійних моделей.

Змістовий модуль 2 (60 год.).

Економіко-математичне моделювання на базі загальної задачі лінійного програмування.

Тема 5. Транспортна задача. Постановка, методи розв'язання та аналізу.

Задачі розподілу (класична постановка одностайної однопродуктової транспортної задачі). Модель транспортної задачі. Її особливості, відмінності від моделі ОЗЛП. Види моделей транспортних задач. Перехід від відкритих моделей до закритих. Поняття фіктивного постачальника і споживача.

Алгоритми розв'язання транспортних задач. Методи побудови опорних планів. Метод північно-західного кута. Метод подвійної переваги. Метод потенціалів для перевірки планів на оптимальність. Розподільний метод перевірки плану на оптимальність. Особливості розв'язку транспортних задач з допомогою пакетів прикладних програм на ЕОМ. Двоетапна транспортна задача та методи її розв'язання.

Задача оптимального кадрового розподілу (задача про призначення). Математична модель. Постановка задачі. Угорський метод розв'язання задачі про призначення.

Застосування лінійного програмування до задач дослідження операцій. Визначення оптимального асортименту. Оптимальне розподілення взаємозамінних ресурсів. Задача про суміші. Задача про розкroєння матеріалів. Оптимальні балансові моделі.

Тема 6. Цілочислові задачі лінійного програмування. Деякі основні методи їх розв'язання та аналізу.

Класична задача ускладненої оптимізації. Цілочисельна задача розвитку та розміщення. Її математична модель. Класифікація методів розв'язку задач

дискретного програмування. Практичне застосування. Метод гілок та меж. Алгоритм методу. Метод Гоморі. Наближені методи дискретного програмування. Поняття про евристичні алгоритми. Порівняльна характеристика ефективності методів дискретного програмування.

Тема 7. *Задачі нелінійного програмування.*

Класичний метод визначення умовного екстремуму. Метод множників Лагранжа. Нелінійне програмування як задача знаходження сідлової точки. Квадратичне програмування.

Тема 8. *Динамічне програмування.*

Суть обчислювального методу. Задача про вибір траєкторії. Задача послідовного прийняття рішень. Задача про використання робочої сили. Динамічне програмування при неперервних змінних.

Динамічне програмування для задач з багатьма обмеженнями та змінними. Задача з двома змінними управління. Застосування методу множників Лагранжа для пониження розмірності задачі. Вирішення транспортної задачі методом динамічного програмування. Метод послідовних наближень. Задача управління запасами.

Тема 9. *Стохастичне програмування.*

Загальна математична постановка задачі стохастичного програмування. Особливості математичної постановки задач стохастичного програмування. Приклади економічних задач стохастичного програмування. Одноетапні задачі стохастичного програмування. Двоетапні задачі стохастичного програмування.

Тема 10. *Елементи теорії ігор.*

Правила, критерії та схеми прийняття рішень. Прийняття рішень в умовах невизначеності та ризику. Принцип домінування стратегій. Функція корисності та критерій очікуваної корисності. Матричні ігри. Основні визначення та теореми. Графічний метод рішення. Пошук виграшу в змішаних стратегіях. Зведення задачі теорії ігор до задачі лінійного програмування. Наближені способи розв'язання.

4. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	усього	у тому числі				
		лк	пр	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7
Заліковий модуль 1						
Змістовий модуль 1 (60 год)						
Тема 1. Задача оптимізації. Постановка задач математичного програмування.	12	4	2			4
Тема 2. Загальна задача лінійного програмування.	12	4	4			4
Тема 3. Графічний та симплексний методи розв'язування задачі лінійного програмування.	20	6	8			8
Тема 4. Теорія двоїстості та двоїсті оцінки в аналізі розв'язків лінійних оптимізаційних моделей.	11	4	3			4
Модульний контроль №1	5		1			4
Разом за змістовим модулем 1	60	18	18			24
Змістовий модуль 2 (60 год)						
Тема 5. Транспортна задача. Постановка, методи розв'язання та аналізу.	15	6	6			3
Тема 6. Цілочислові ЗЛП. Деякі основні методи їх розв'язання та аналізу.	11	4	4			3
Тема 7. Задачі нелінійного програмування.	8	2	2			4
Тема 8. Динамічне програмування.	8	2	2			4
Тема 9. Стохастичне програмування.	8	2	2			4
Тема 10. Елементи теорії ігор.	5	2	1			2
Модульний контроль №2	5		1			4
Разом за змістовим модулем 2	60	18	18		-	24
Усього годин	120	36	36		-	48

5. ТЕМИ ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ (не передбачені навчальним планом)

6. ТЕМИ ПРАКТИЧНИХ (СЕМІНАРСЬКИХ) ЗНАЯТЬ

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Задача оптимізації. Постановка задач математичного програмування.	2
2.	Загальна задача лінійного програмування.	4
3.	Графічний та симплексний методи розв'язування задачі лінійного програм-ня.	8
4.	Теорія двоїстості та двоїсті оцінки в аналізі розв'язків лінійних оптимізаційних моделей. МКР №1.	4
Разом за змістовим модулем 1		18
5.	Транспортна задача. Постановка, методи розв'язання та аналізу.	6
6.	Цілочислові ЗЛП. Деякі основні методи їх розв'язання та аналізу.	4
7.	Задачі нелінійного програмування.	2
8.	Стохастичне програмування.	2
9.	Динамічне програмування.	2
10.	Елементи теорії ігор. МКР №2.	2
Разом за змістовим модулем 2		18
Разом		36

7. САМОСТІЙНА РОБОТА

Для самостійного опрацювання винесені теми, на яких (через обмеження кількості лекційних годин) зовсім не зупинявся викладач, або ж ті, що потребують особливого поглибленого вивчення. Тому підготовка до кожної з них вимагає ретельного опрацювання відповідних розділів підручників, періодичних видань та інших джерел інформації.

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	2	3
1.	Задача оптимізації. Постановка задач математичного програмування.	4
2.	Загальна задача лінійного програмування.	4
3.	Графічний та симплексний методи розв'язування задачі лінійного програмування.	8

1	2	3
4.	Теорія двоїстості та двоїсті оцінки в аналізі розв'язків лінійних оптимізаційних моделей.	4
5.	Модульний контроль №1	4
	Разом за змістовим модулем 1	24
6.	Транспортна задача. Постановка, методи розв'язання та аналізу.	3
7.	Цілочислові ЗЛП. Деякі основні методи їх розв'язання та аналізу.	3
8.	Задачі нелінійного програмування.	4
9.	Стохастичне програмування.	4
10	Динамічне програмування.	4
11	Елементи теорії ігор.	2
12	Модульний контроль №2	4
	Разом за змістовим модулем 2	24
	Разом	48

8. ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ. (не передбачені навчальним планом)

9. МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Методами навчання дисципліни «Математичні методи дослідження операцій» є способи спільної діяльності й спілкування викладача і студентів, що забезпечують вироблення позитивної мотивації навчання, оволодіння системою професійних знань, умінь і навичок, формування наукового світогляду, розвиток пізнавальних сил, культури розумової праці майбутніх фахівців за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки».

Матеріал дисципліни «Математичні методи дослідження операцій» викладається шляхом проведення лекцій і практичних занять, а також самостійної роботи студентів з навчальною та довідковою літературою, самостійного виконання контрольних робіт та консультацій.

На лекціях надається основний теоретичний матеріал з дисципліни, який ілюструється демонстраційним матеріалом з використанням мультимедійного проектора.

На практичних заняттях студенти працюють, виконуючи завдання по відповідній темі. Основна мета практичних занять – надати студентам практичних навичок застосування набутих теоретичних знань при вирішенні конкретних завдань.

Залежно від джерела знань, під час навчальних занять, як практичних, так і лекційних, використовуються наступні методи навчання: словесні (пояснення,

бесіда, дискусія, діалог), наочні (демонстрація, ілюстрація), практичні (рішення задач).

За характером пізнавальної діяльності, при вивченні дисципліни «Математичні методи дослідження операцій» використовуються: пояснювально-наочний проблемний виклад; частково-пошуковий та дослідницький методи.

За місцем в структурній діяльності використовуються:

– методи організації й здійснення навчальної діяльності, що поєднує словесні, наочні і практичні методи; репродуктивні й проблемно-пошукові; методи навчальної роботи під керівництвом викладача й методи самостійної роботи студентів;

– методи стимулювання й мотивації навчальної роботи, що об'єднали в собі пізнавальні ігри, навчальні дискусії, моделювання рольових ситуацій, створення ситуацій успіху в навчальній роботі, пред'явлення вимог і метод заохочення;

– методи контролю й самоконтролю за навчальною діяльністю: методи усного, письмового контролю; індивідуального й фронтального, тематичного і систематичного контролю.

10. МЕТОДИ ОЦІНЮВАННЯ

Методами контролю з дисципліни «Математичні методи дослідження операцій» є поточний, модульний та підсумковий контроль.

Для оцінювання успішності студентів використовується модульно-рейтингова система, яка передбачає розподіл балів за виконання усіх запланованих видів робіт. При цьому максимальна кількість балів за умови відмінного їх виконання становить 100. Ця сума складається з балів отриманих за результатами модульного тестування та балів, що їх накопичив студент за виконання, індивідуальних завдань, самостійних практичних робіт і екзамена.

Поточний контроль здійснюється під час проведення семінарських (практичних) занять і має на меті перевірку рівня підготовленості студента до виконання конкретної роботи. Формами проведення поточного контролю з дисципліни є: усні опитування; письмові самостійні роботи; поточне тестування; виконання самостійної роботи тощо. З оцінювання даних компонентів складаються загальні бали, які фіксуються в журналі викладача.

Активна робота під час аудиторних занять також може оцінюватись викладачем певною кількістю додаткових балів по кожній темі.

Модульний контроль базується на результатах першої та другої модульної контрольної роботи та здійснюється після закінчення кожного змістового модуля.

Поточний бал складається з результатів усіх рівнів поточного та модульних контролів, що передбачені навчальним планом за весь термін викладання дисципліни.

Підсумковий контроль проводиться з метою оцінки результатів навчання на освітньо-кваліфікаційному рівні бакалавра. Підсумковим контролем з дисципліни «Математичні методи дослідження операцій» є семестровий контроль у формі екзамену.

Загальний бал визначається сумуванням всіх балів, отриманих при вивченні даної дисципліни і складається з поточного та підсумкового контролів. Результати загального контролю фіксуються у балах та перераховуються в оцінки за національною шкалою та шкалою ECTS.

11. РОЗПОДІЛ БАЛІВ, ЯКІ ОТРИМУЮТЬ СТУДЕНТИ

Система оцінювання роботи студентів

Для поточного та підсумкового контролю успішності здобувачів вищої освіти використовується модульно-рейтингова система, яка передбачає розподіл балів за виконання усіх запланованих видів робіт. Така система оцінювання виключає можливість суб'єктивного відношення викладача і орієнтує здобувача вищої освіти на підрахунок своїх балів за конкретні види робіт.

Розподіл балів з дисципліни (максимальна кількість балів)

Поточне оцінювання												Екзамен	Разом
Модуль 1					Модуль 2								
T1	T2	T3	T4	МКР №1	T5	T6	T7	T8	T9	T 10	МКР №2		
5	5	5	5	5 (T1, T2, T3, T4)	5	5	5	5	5	5	5 (T5, T6,T7 ,T8,T 9,T10)	40	100
25					35							40	100

T1, T2... T10 - теми змістових модулів.

МКР– модульна контрольна робота

Розподіл балів при оцінюванні **практичної роботи студентів:**

Максимальна кількість балів за оцінювання розв'язаних практичних завдань							Всього балів
Своєчасність виконання		Якість виконання			Самостійність виконання		
вчасно	невчасно	повнота	формули	акуратність	самостійно	не самостійно	
1	0	1	1	1	1	0	5

При оцінюванні виконання практичної роботи студента та МКР оцінюється якість, повнота відповідей на питання та виконаних завдань. Якщо оцінка виконання роботи нижче граничного рівня – 3 бали, то така робота вважається невиконаною. Бали за таку роботу нараховуються тільки після її доведення до відповідного (необхідного) рівня виконання.

Студент вважається допущеним до екзамену, якщо він сумарно отримав за поточну, самостійну та модульну контрольну роботу мінімум 35 балів.

Екзамен вважається зданим, якщо студент набрав мінімум 25 балів.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90-100	A	відмінно	зараховано
82-89	B	добре	
74-81	C		
64-73	D	задовільно	
60-63	E		
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
1-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

12. НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

До методичного забезпечення дисципліни належать: програма навчальної дисципліни; робоча програма навчальної дисципліни; опорний конспект лекцій; завдання до самостійної роботи студентів та практичних занять; презентації та допоміжні відеоматеріали.

13. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Базова література

1. Бех О.В. Збірник задач з математичного програмування: Навчальний посібник /О.В. Бех, Т.А. Городня, А.Ф. Щербак. – Львів: «Магнолія 2006», 2007. – 200с.
2. Бех О.В. Математичне програмування: Навчальний посібник / О.В. Бех, Т.А. Городня, А.Ф. Щербак. – Львів: «Магнолія 2006», 2007. – 200 с.
3. Вдовин М. Л., Данилюк С. Г. Математичне програмування теорія та практикум. Навчальний посібник. 2-ге видання. - Львів: «Новий світ-2000», 2022. – 160 с.
4. Вовк В.М., Зомчак Л.М. Оптимізаційні методи і моделі : навч. посібник – Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2014. – 360 с.
5. Вовк В.М., Зомчак Л.М. Оптимізаційні моделі економіки: навч. посібник – Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2014. – 320 с.

6. Глушик М. М. Дослідження операцій. Навч. посібник. 2-ге видання. - Львів: «Новий світ-2000», 2021. – 368 с.
7. Глушик М.М. Математичне програмування: Навчальний посібник 2-ге видання, стереотипне / М.М. Глушик, І.М. Копич, О.С. Пенцак, В.М. Сороківський. – Львів: «Новий світ-2000», 2020. – 280 с.
8. Григорків В.С. Оптимізаційні методи та моделі : підручник. - Чернівці : Чернівецький нац. ун-т, 2016. - 400 с.
9. Григорків В.С. та ін. Оптимізаційні методи та моделі: вибрані завдання для тематичного контролю: навч. посіб. - Чернівці: ДрукАрт, 2013. - 168 с.
10. Дякон В.М. Математичне програмування: Навчальний посібник / В.М. Дякон, Л.Е. Ковальов. За ред. В.М. Михайленка. – Київ: Вид-во Європ. Ун-ту, 2004. – 500 с.
11. Івченко І.Ю. Математичне програмування: Навчальний посібник. – К.: Центр учбової літератури, 2007. – 232 с.
12. Катренко А.В. Дослідження операцій: Підручник. – Львів: «Магнолія Плюс», 2004. – 549 с.
13. Кучма М.І. Математичне програмування: приклади і задачі: Навчальний посібник 2-ге видання. – Львів: «Новий світ-2000», 2020. – 344 с.
14. Наконечний С.І. Математичне програмування: Навчальний посібник / Наконечний С.І., Савіна С.С. – К.: КНЕУ, 2003. – 452 с.
15. Негрей М.В. Дослідження операцій: навчально-методичний посібник. Частина I – Львів, ЛНУ ім. І.Франка, 2014. – 312 с.
16. Охріменко М.Г. Дослідження операцій: Навч. посіб. / М.Г. Охріменко, І.Ю. Дзюбан. – К.: Центр навчальної літ., 2006. – 182 с.
17. Ульянченко О.В. Дослідження операцій в економіці: Підручник для студентів вузів. – Харк. держ. аграр. ун-т ім. В.В. Докучаєва. – Харків: Гриф, 2002. – 580 с.

Додаткова література

18. Зайченко Ю.П. Дослідження операцій: Підручник. – К., 2000. – 688 с.
19. Наконечний С.І., Гвоздецька Л.В. Збірник задач з курсу «Математичне програмування». Частина 1.: Навч. посібник. – К.: ІСОД, 1996. – 128 с.
20. Романюк Т.П., Терещенко Т.О., Присенко Г.В., Городкова І.М. Математичне програмування: Навч. посіб. – К.: ІЗМН, 1996. – 312 с.
21. Ройтман А.Б. Барбашев В.Х. Математика в економіці. Творці науки "Дослідження операцій" Навчальний посібник. – Львів: «Новий світ-2000», 2020. – 172 с.
22. Степанюк В.В. Методи математичного програмування К.: Вища школа, 1997. – 272 с.

14. ІНФОРМАЦІЙНІ (ІНТЕРНЕТ) РЕСУРСИ

1. <http://library.kr.ua/> – Кіровоградська обласна універсальна наукова бібліотека ім. Д.І. Чижевського.
2. <http://forum.osvita.org.ua/> – сайт обміну інформаційними навчальними ресурсами.
3. <http://www.library.snu.edu.ua/> – Наукова бібліотека.
4. <http://www.nbuv.gov.ua/> – Національна бібліотека ім. В.І. Вернадського.

5. <http://www.is.svitonline.com/vcg/materials.html#mathprog> – електронні підручники з математичного програмування.
6. <http://www.geogebra.org> - Сайт системи динамічної комп'ютерної математики GeoGebra.