

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК ТА УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ

Код РПНД Т74617



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Program of the Discipline

МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ОПЕРАЦІЙ

Mathematical Methods of Operations Research

рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

тип дисципліни: обов'язкова

мова(и) викладання: українська

Миколаїв – 2024

Робоча програма навчальної дисципліни "Математичні методи дослідження операцій" є однією із складових комплексної підготовки здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня вищої освіти галузі знань 12 "Інформаційні технології" спеціальності 121 «Інженерія програмного забезпечення» освітньої програми «Інженерія програмного забезпечення»
«20» вересня 2024 року. 18 с.

Розробники:

Латанська Л.О., к.ф.-м.н., доцент, доцент кафедри програмного забезпечення автоматизованих систем НУК;
Каіров В.О., к.т.н., доцент кафедри програмного забезпечення автоматизованих систем НУК.

Проект робочої програми навчальної дисципліни "Математичні методи дослідження операцій" узгоджено з гарантом освітньої програми «Інженерія програмного забезпечення».

Гарант освітньої програми «Інженерія програмного забезпечення» к.т.н., доцент
 /Л.М. Макарова/

Проект робочої програми навчальної дисципліни "Математичні методи дослідження операцій" розглянуто на засіданні кафедри програмного забезпечення автоматизованих систем.

Протокол №2 від «26» вересня 2024 р.

Завідувач кафедри  /С. Б. Приходько/

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Математичні методи дослідження операцій» розглянуто Навчально-методичною комісією Навчально-наукового інституту комп'ютерних наук та управління проєктами.

Протокол №2 від «26» вересня 2024 р.

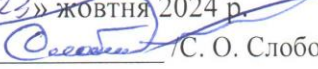
Голова  /Т. А. Фаріонова/

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Математичні методи дослідження операцій» погоджено з навчальним відділом.

Начальник відділу  /А. В. Лабарткава/

Робоча програма навчальної дисципліни «Математичні методи дослідження операцій» затверджена Навчально-методичною радою НУК.

Протокол № 8 від «23» жовтня 2024 р.

Голова НМР НУК  /С. О. Слободян/

Зміст

Вступ.....	4
1. Опис навчальної дисципліни.....	5
2. Мета вивчення навчальної дисципліни.....	6
3. Передумови для вивчення дисципліни	6
4. Очікувані результати навчання.....	6
5. Програма навчальної дисципліни.....	7
6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування	13
7. Форми поточного та підсумкового контролю.....	13
8. Критерії оцінювання результатів навчання.....	16
9. Засоби навчання.....	17
10. Рекомендовані джерела інформації.....	17
11. Інформаційні ресурси	18

Вступ

Анотація

Дисципліна «Математичні методи дослідження операцій» спрямована на формування у студентів знань та вмінь використання сучасних методів математичного моделювання та оптимізації як особливого процесу людської діяльності щодо вибору раціонального варіанту дій. Математичні методи дослідження операцій складають фундамент прикладної математичної підготовки студентів галузі знань 12 – «Інформаційні технології».

Набуті в процесі вивчення компетентності майбутній фахівець зможе застосовувати як при подальшому навчанні, так і після отримання вищої освіти у своїй професійній діяльності.

Ключові слова: МЕТОДИ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ, МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ, МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ОПЕРАЦІЙ, ВИБІР РАЦІОНАЛЬНОГО ВАРІАНТУ ДІЙ.

Abstract

The course "Mathematical methods of operations research" is aimed at forming students' knowledge and skills of using modern methods of mathematical modeling and optimization as a special process of human activity to choose a rational course of action. Mathematical methods of operations research are the foundation of applied mathematical training of students in the field of knowledge 12 - "Information Technology".

The future specialist will be able to apply the competencies acquired in the process of studying both in further education and after receiving higher education in their professional activity.

Key words: METHODS OF MATHEMATICAL MODELING, OPTIMIZATION METHODS, METHODS OF OPERATIONS RESEARCH, CHOICE OF RATIONAL VARIANT OF ACTIONS.

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність (освітня програма), освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни		
		Денна форма навчання	Заочна форма навчання	
Кількість кредитів – 5,0	Галузь знань 12 – «Інформаційні технології»	Обов'язкова		
Модулів – 1		Рік підготовки:		
Змістових модулів – 4		3-й	3-й	
Електронний адрес РПНД на сайті Університету:	Спеціальність 121 – «Інженерія програмного забезпечення»	Семестр		
Індивідуальне науково-дослідне завдання – немає		6-й	6-й	
		Лекції		
		6-й семестр – 30 год.	14 год.	
Загальна кількість годин – 150		Освітня програма «Інженерія програмного забезпечення»	Практичні, семінарські	
			–	–
			Лабораторні	
6-й семестр – 30 год.	14 год.			
Тижневих годин для денної форми навчання: 6-й семестр – 4 год. самостійної роботи: 6-й семестр – 6 год.	Освітній рівень: перший (бакалаврський)	Самостійна робота		
		6-й семестр – 90 год.	122 год.	
		Індивідуальні завдання		
		–	–	
		Види контролю: 6-й семестр – Екзамен		
		Форма контролю: комбінована (письмовий контроль, тестовий контроль)		

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни «Математичні методи дослідження операцій» є формування у студентів відповідно до освітньої програми таких **компетентностей**:

- K01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;
- K02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;
- K13. Здатність ідентифікувати, класифікувати та формулювати вимоги до програмного забезпечення;
- K20. Здатність застосовувати фундаментальні і міждисциплінарні знання для успішного розв'язання завдань інженерії програмного забезпечення;
- K26. Здатність до алгоритмічного та логічного мислення.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Передумовою для вивчення дисципліни є базові знання, отримані з дисциплін: "Вища математика 1", "Вища математика 2", "Вища математика 3", "Основи програмування", "Об'єктно-орієнтоване програмування", "Основи програмної інженерії", "Комп'ютерна дискретна математика".

4. Очікувані результати навчання

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у студентів таких **результатів навчання**:

- ПР05. Знати і застосовувати відповідні математичні поняття, методи доменного, системного і об'єктно-орієнтованого аналізу та математичного моделювання для розробки програмного забезпечення.
- ПР07. Знати і застосовувати на практиці фундаментальні концепції, парадигми і основні принципи функціонування мовних, інструментальних і обчислювальних засобів інженерії програмного забезпечення.
- ПР09. Знати та вміти використовувати методи та засоби збору, формулювання та аналізу вимог до програмного забезпечення.
- ПР10. Проводити передпроектне обстеження предметної області, системний аналіз об'єкта проектування.
- ПР13. Знати і застосовувати методи розробки алгоритмів, конструювання програмного забезпечення та структур даних і знань.
- ПР18. Знати та вміти застосовувати інформаційні технології обробки, зберігання та передачі даних.

5. Програма навчальної дисципліни

6-й семестр

Модуль 1

Змістовий модуль 1. Лінійне програмування

Тема 1. Побудова математичних моделей проблемних ситуацій.

Зміст: основні поняття дослідження операцій, визначення моделі та ефективності операцій, загальна постановка основної задачі дослідження операцій, типи моделей дослідження операцій.

Джерела інформації: [1] – стор. 9-17; [2] – стор. 5-32; [3] – стор. 9-40; [10] – стор. 5-40.

Тема 2. Лінійне програмування. Графічний метод розв'язання задачі лінійного програмування.

Зміст: постановки загальної задачі лінійного програмування, приклади ЗЛП, геометрична інтерпретація ЗЛП, властивості розв'язків ЗЛП, графічний метод розв'язання ЗЛП.

Джерела інформації: [1] – стор. 18-32; [2] – стор. 33-42; [3] – стор. 42-60; [10] – стор. 41-53; [11] – стор. 8-20, стор. 25-33.

Тема 3. Симплексний метод розв'язання задачі лінійного програмування.

Зміст: алгоритм симплексного методу, особливі випадки симплексного методу, метод штучного базису розв'язання ЗЛП.

Джерела інформації: [1] – стор. 33-44; [3] – стор. 65-91; [10] – стор. 54-77; [11] – стор. 38-57.

Тема 4. Двоїсті задачі. Постоптимальний аналіз розв'язку задачі лінійного програмування.

Зміст: взаємно двоїсті задачі лінійного програмування та їх властивості; алгоритм побудови двоїстої задачі; перша, друга та третя теореми двоїстості, приклад двоїстої задачі, аналіз на чутливість оптимального розв'язку задачі лінійного програмування

Джерела інформації: [2] – стор. 92-111; [3] – стор. 103-143; [10] – стор. 113-137; [11] – стор. 62-73; [12] – стор. 8-10, стор. 13-15.

Тема 5. Транспортна задача.

Зміст: постановка задачі та її математична модель, умова існування розв'язку транспортної задачі, методи знаходження першого розв'язку транспортної задачі, метод потенціалів.

Джерела інформації: [1] – стор. 56-110; [2] – стор. 64-91; [3] – стор. 151-176; [10] – стор. 79-112.

Змістовий модуль 2. Дискретне та динамічне програмування

Тема 6. Дискретне програмування. Методи відсікань розв'язання ЗЦЛП. Метод гілок та меж.

Зміст: основні поняття та задачі дискретного програмування, умови існування таких задач, основні методи розв'язання задач дискретного програмування, постановка ЗЦЛП, методи відсікань розв'язання ЗЦЛП, алгоритм ітеративного методу Гоморі, комбінаторні методи розв'язання ЗЦЛП, метод гілок та меж розв'язання ЗЦЛП, алгоритм методу гілок та меж, недоліки методу гілок та меж

Джерела інформації: [1] – стор. 45-55; [2] – стор. 112-119; [3] – стор. 181-193; [10] – стор. 138-147.

Тема 7. Динамічне програмування. Задача про розподіл коштів між підприємствами.

Зміст: загальна постановка задачі динамічного програмування (ДП), принцип оптимальності та рівняння Беллмана, загальна схема використання метода ДП, задача про оптимальний розподіл ресурсів між галузями на n років,

Джерела інформації: [3] – стор. 259-267; [13] – стор. 6-13, стор. 17-26; [14] – стор. 144-155.

Тема 8. Динамічне програмування. Задача про заміну обладнання.

Зміст: постановка задачі про заміну обладнання, розв'язання задачі про заміну обладнання.

Джерела інформації: [3] – стор. 268-278; [13] – стор. 28-34, [14] – стор. 144-155.

Змістовий модуль 3. Параметричне та нелінійне програмування

Тема 9. Параметричне програмування.

Зміст: класи задач параметричного програмування, розв'язання ЗЛП з параметрами в цільовій функції, розв'язання ЗЛП з параметрами в правих частинах системи обмежень.

Джерела інформації: [4] – стор. 375-382; [15] – стор. 1-14.

Тема 10. Нелінійне програмування.

Зміст: класичні методи визначення екстремумів, метод множників Лагранжа, метод кусочно-лінійної апроксимації.

Джерела інформації: [2] – стор. 120-133, стор. 170-175; [3] – стор. 210-233; [10] – стор. 148-162.

Змістовий модуль 4. Методи оптимізації.

Тема 11. Методи оптимізації функцій, що диференціюються.

Зміст: поняття похідної по напрямку, поняття градієнту, поняття опуклої функції, методи спуску, наближене розв'язання задач опуклого програмування градієнтним методом.

Джерела інформації: [2] – стор. 154-159; [3] – стор. 242-250; [4] – стор. 150-164; [10] – стор. 187-192.

Тема 12. Методи оптимізації функцій, що не диференціюються.

Зміст: метод покоординатного спуску, метод Хука-Дживса.

Джерела інформації: [2] – стор. 149-152, стор. 179-181; [5] – стор. 107-113; [6] – стор. 70-81; [10] – стор. 180-184.

Тема 13. Задачі та методи багатокритеріальної оптимізації. Метод ідеальної точки.

Зміст: математична модель задачі багатокритеріальної оптимізації, оптимальність за Парето, побудова множини Парето, проблематика та класифікація методів розв'язання задач багатокритеріальної оптимізації, метод ідеальної точки.

Джерела інформації: [7] – стор. 6-10, стор. 35-39; [8] – стор. 104-107; [14] – стор. 157-163, [15] – стор. 6-47.

Тема 14. Лінійна згортка критеріїв. Метод поступок.

Зміст: метод згортання критеріїв, метод послідовних поступок.

Джерела інформації: [7] – стор. 11-34; [8] – стор. 108-117; [14] – стор. 157-163, [15] – стор. 6-47.

Тема 15. Методи оптимізації в задачах великої розмірності.

Зміст: огляд методів оптимізації в задачах великої розмірності, метод Данцига-Вульфа.

Джерела інформації: [4] – стор. 339-348; [9] – стор. 677-739.

Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р		л	п	лаб	Інд	с.р
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
6-й семестр												
Модуль 1												
Змістовий модуль 1. Лінійне програмування												
Тема 1. Побудова математичних моделей проблемних ситуацій	9	2	-	2	-	5	8	-	-	-	-	8
Тема 2. Лінійне програмування. Графічний метод розв'язання задачі лінійного програмування (ЗЛП)	9	2	-	2	-	5	10	2	-	2	-	6
Тема 3. Симплексний метод розв'язання ЗЛП	9	2	-	2	-	5	11	2	-	2	-	7
Тема 4. Двоїсті задачі. Постоптимальний аналіз розв'язку ЗЛП	9	2	-	2	-	5	11	2	-	2	-	7
Тема 5. Транспортна задача	9	2	-	2	-	5	5	-	-	-	-	5
Разом за змістовим модулем 1	45	10	-	10	-	25	45	6	-	6	-	33
Змістовий модуль 2. Дискретне та динамічне програмування												
Тема 6. Дискретне програмування. Методи відсікань розв'язання ЗЦЛП. Метод гілок та меж	10	2	-	2	-	6	10	-	-	-	-	10
Тема 7. Динамічне програмування. Задача про розподіл	10	2	-	2	-	6	10	2	-	2	-	6

коштів між підприємствами												
Тема 8. Динамічне програмування. Задача про заміну обладнання.	10	2	-	2		6	10	-	-	-	-	10
Разом за змістовим модулем 2	30	6	-	6	-	3	30	2	-	2	-	26
Змістовий модуль 3. Параметричне та нелінійне програмування												
Тема 9. Параметричне програмування.	7	2	-	2	-	3	8	-	-	-	-	8
Тема 10. Нелінійне програмування	8	2	-	2		4	7	2		2		3
Разом за змістовим модулем 3	15	4	-	4	-	7	15	2	-	2	-	11
Змістовий модуль 4. Методи оптимізації												
Тема 11. Методи оптимізації функцій, що диференціюються	12	2	-	2	-	8	12	2	-	2	-	8
Тема 12. Методи оптимізації функцій, що не диференціюються	12	2	-	2	-	8	12	-	-	-	-	12
Тема 13. Задачі та методи багатокритеріальної оптимізації. Метод ідеальної точки	12	2	-	2	-	8	16	2	-	2	-	12
Тема 14. Лінійна згортка критеріїв. Метод поступок.	12	2	-	2	-	8	10	-	-	-	-	10
Тема 15. Методи оптимізації в задачах великої розмірності	12	2	-	2	-	8	10	-	-	-	-	10
Разом за змістовим модулем 4	60	10	-	10	-	40	60	4	-	4	-	52
Усього годин	150	30	-	30	-	90	150	14	-	14	-	122

Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
6-й семестр		
1-й модуль		
1	Побудова математичних моделей ЗЛП	2
2	Розв'язання задач лінійного програмування геометричним методом	2
3	Розв'язання задач лінійного програмування	2

	симплексним методом	
4	Розв'язання двоїстих задач лінійного програмування	2
5	Розв'язання транспортної задачі	2
6	Розв'язання задач цілочислового лінійного програмування	2
7	Розв'язання задач динамічного програмування. Задача про розподіл коштів між підприємствами	2
8	Розв'язання задач динамічного програмування. Задача про заміну обладнання	2
9	Розв'язання задач параметричного програмування	2
10	Розв'язання задач нелінійного програмування методами множників Лагранжа та кусково-лінійної аппроксимації	2
11	Розв'язання задач оптимізації функцій, що диференціюються	2
12	Розв'язання задач оптимізації функцій, що не диференціюються	2
13	Розв'язання задач багатокритерійної оптимізації методом ідеальної точки	2
14	Розв'язання задач багатокритерійної оптимізації методом лінійної згортки критеріїв та методом поступок	2
15	Розв'язання задач оптимізації функцій в задачах великої розмірності	2
	Разом	30

Самостійна робота

Розподіл часу самостійної роботи

№ з/п	Вид роботи	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
6-й семестр			
1	Підготовка до лекцій	30	30
2	Підготовка до лабораторних робіт	30	30
3	Виконання контрольної роботи	-	31
4	Підготовка до ПМК	15	-
5	Підготовка до іспиту	15	31
Всього за 6 семестр		90	122

6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування

Набуття здобувачами компетенцій забезпечується через засвоєння навчального матеріалу у вигляді лекційних, лабораторних занять, самостійної роботи студентів та контрольних тестових робіт програмованого типу.

Основними **методами навчання** з дисципліни є:

1. **Пояснювально-ілюстративний метод**, за допомогою повідомлення та засвоєння інформації на лекційних та лабораторних заняттях словесними й наочними засобами.

2. **Проблемний метод**, коли на лабораторних заняттях утворюються пошукові ситуації, розвивається активність, самостійність, творчі здібності здобувачів освіти.

Як наочний матеріал на лекціях застосовуються мультимедійні слайди та лекційні демонстрації.

Для зручної та ефективної організації навчального процесу, зроблено Classroom з навчальної дисципліни, де розташовані завдання до лабораторних робіт та супроводжувальні матеріали. Доступ до класу надається на першому лабораторному занятті за університетською електронною поштою.

З метою роз'яснення найбільш складних питань дисципліни та підвищення якості виконання лабораторних завдань проводяться групові та індивідуальні консультації за розкладом кафедри.

Під час карантину заняття повністю проводяться дистанційно у Classroom.

Засобами діагностики результатів навчання та **методами їх демонстрування** є:

- виконання завдань лабораторних робіт;
- оформлення звітів лабораторних робіт, захист лабораторних робіт;
- контрольні тестові роботи програмованого типу.

7. Форми поточного та підсумкового контролю

Досягнення студента оцінюються за 100-бальною системою Університету.

Підсумкова оцінка навчального курсу включає в себе оцінки з поточного контролю і оцінки заключного іспиту.

Питома вага заключного іспиту в загальній системі оцінок - **40 балів**. Право здавати заключний іспит дається студенту, який з урахуванням максимальних балів проміжних оцінок набирає не менше **60 балів**. Підсумкова оцінка навчального курсу є сумою проміжних оцінок і оцінки іспиту.

Поточний контроль проводиться на кожному лабораторному занятті та за результатами виконання завдань самостійної роботи. Він передбачає оцінювання теоретичної підготовки здобувачів вищої освіти із зазначеної теми (у тому числі, самостійно опрацьованого матеріалу) під час виконання завдань лабораторних робіт.

Зарахування кредитів навчального курсу можливо тільки після досягнення результатів, запланованих РПНД, що виражається в позитивних оцінках, передбачених чинним законодавством.

Форми контролю результатів навчальної діяльності студентів та їх оцінювання

Критерії оцінювання лабораторних робіт

Бал	Критерії оцінювання
3	Робота виконана у встановлений термін. Виконана самостійно, чітко сформульовані цілі, завдання та гіпотеза досліджень. Застосовувалися коректні методи обробки отриманих результатів. У висновках проведена коректна інтерпретація результатів.
2.5	Робота виконана у встановлений термін. Студент виконує лабораторну роботу згідно з інструкцією, іноді після консультації викладача; описує спостереження; в цілому правильно складає звіт та робить висновки.
2	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконує лабораторну роботу згідно з інструкцією, іноді після консультації викладача; описує спостереження; складає звіт, що містить неточності у висновках та помилки.
1.5	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконує лабораторну роботу згідно з інструкцією; складений звіт містить неточності у висновках та помилки.
1	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконує лабораторну роботу під керівництвом викладача; складений звіт містить неточності у висновках та помилки.
0	Робота не виконувалася

Критерії оцінювання поточного модульного контролю знань

Правильних	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
------------	-----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

відповідей, %										
6-й семестр										
Бал	15	14	13	11	9	7	5	3	2	1

Критерії оцінювання контрольної роботи (для заочної форми)

Бал	Критерії оцінювання
15	Робота виконана у встановлений термін. Матеріал викладено у достатньому обсязі, аргументовано і у правильній послідовності. Робота оформлена акуратно, з дотриманням вимог до технічної документації. Під час захисту роботи студент вільно орієнтується в матеріалах.
10	Робота виконана у встановлений термін. Матеріал викладено у достатньому обсязі, логічно. Робота оформлена акуратно, з дотриманням вимог до технічної документації. Під час захисту роботи студент орієнтується в матеріалах, у відповідях є неточності.
5	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Матеріал викладено у правильній послідовності, але недостатньо повно. В оформленні роботи є порушення вимог до технічної документації. Під час захисту роботи студент в цілому орієнтується в матеріалах, у відповідях є помилки та неточності.
2	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Матеріал викладено безсистемно. Робота оформлена неохайно, з порушенням вимог до технічної документації. Під час захисту роботи студент слабо орієнтується в матеріалах, у відповідях є помилки.
0	Роботу не виконано

Узагальнюючі результати поточного контролю знань

Форма контролю (6 семестр)	Максимальна кількість балів	
	Денна форма	Заочна форма
Виконання лабораторних робіт	15 роб. × 3 бали = 45 балів	15 роб. × 3 бали = 45 балів
Поточний модульний контроль	1 МКР × 15 балів = 15 балів	-
Виконання контрольних робіт	-	1 роб. × 15 балів = 15 балів
Всього	60	60

Критерії оцінювання підсумкового контролю та екзамену

Бал	Критерії оцінювання
40	Студент виконав практичну частину без помилок та відповідає на теоретичні питання без помилок
30	Студент виконав практичну частину без помилок, але відповіді на теоретичні питання не повні
20	Студент виконав практичну частину зі значними помилками, проте відповідає на теоретичні питання без помилок
10	Студент не виконав практичну частину та відповідає на теоретичні питання з незначними помилками
0	Студент не виконав практичну частину та відповідає на теоретичні питання зі значними помилками

8. Критерії оцінювання результатів навчання

№№ змістового модуля і теми		Денна форма		Заочна форма	
		Вид роботи	Кількість балів	Вид роботи	Кількість балів
6-й семестр					
ЗМ 1	T1	Лабораторна робота № 1	3	Лабораторна робота № 1	3
	T2	Лабораторна робота № 2	3	Лабораторна робота № 2	3
	T3	Лабораторна робота № 3	3	Лабораторна робота № 3	3
	T4	Лабораторна робота № 4	3	Лабораторна робота № 4	3
	T5	Лабораторна робота № 5	3	Лабораторна робота № 5	3
ЗМ 2	T6	Лабораторна робота №6	3	Лабораторна робота №6	3
	T7	Лабораторна робота №7	3	Лабораторна робота №7	3
	T8	Лабораторна робота №8	3	Лабораторна робота №8	3
ЗМ 1- ЗМ 2	T1- T8	ПМК	15	-	-
ЗМ 3	T9	Лабораторна робота № 9	3	Лабораторна робота № 9	3
	T10	Лабораторна робота № 10	3	Лабораторна робота № 10	3
ЗМ4	T11	Лабораторна робота № 11	3	Лабораторна робота № 11	3
	T12	Лабораторна робота № 12	3	Лабораторна робота № 12	3
	T13	Лабораторна	3	Лабораторна	3

		робота № 13		робота № 13	
	T14	Лабораторна робота №14	3	Лабораторна робота №14	3
	T15	Лабораторна робота №15	3	Лабораторна робота №15	3
ЗМ 1- ЗМ 4	T1- T15	-	-	Контрольна робота	15
Підсумковий контроль		Екзамен	40	Екзамен	40
Сума			100		100

9. Засоби навчання

Технічні засоби навчання: мультимедійний проектор, екран, персональні комп'ютери з підключенням до мережі Інтернет.

При проведенні занять за дистанційною формою навчання (у період карантину) використовуються дистанційні платформи й інформаційно-комунікаційні технології (Moodle, Google Classroom, DingTalk, ZOOM CloudMeetings, Skype, Viber, WeChat, Telegram, соціальні мережі тощо).

10. Рекомендовані джерела інформації

Основна література

1. Козаченко Д.М., Вернигора Р.В., Малашкін В.В. Основи дослідження операцій у транспортних системах: приклади та задачі: навчальний посібник для ВНЗ. Дніпропетровськ: Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2015. – 277 с.
2. Лисенко О.І., Алексеєва І.В. Дослідження операцій. Конспект лекцій / К.: НТУУ КПІ, 2016 . – 196 с.
3. Боровик О.Л., Боровик Л.В. Дослідження операцій в економіці. – К.: Центр учбової літератури, 2007. – 424с.
4. Бейко І.В., Зінько П.М., Наконечний О.Г. Задачі, методи і алгоритми оптимізації: Навчальний посібник. – Рівне: НУВГП, 2011. – 624 с.
5. Математичні методи дослідження операцій : підручник / Є.А. Лавров, Л.П. Перхун, В.В. Шендрик та ін. – Суми: Сумський державний університет, 2017. – 212 с.
6. Кісельова О.М., Шевельова А.Є. Чисельні методи оптимізації: навч. посіб. – Д.: Вид-во ДНУ, 2008. – 208 с.

7. Кондрук Н.Е., Маляр М.М. Багатокритеріальна оптимізація лінійних систем: навч. посібник. – Ужгород: РА “АУТДОР-ШАРК”, 2019. – 76 с.
8. Климюк Ю. Є. Системи і методи прийняття рішень : Навчально-методичний посібник.– Рівне: РВВ РДГУ, 2015. – 243 с.
9. Зайченко Ю.П. Дослідження операцій: Підручник. –7-е вид. – К: Видавничий дім «Слово», 2006. – 816 с.

Допоміжна

10. Лисенко О.І., Тачиніна О.М., Алексєєва І.В. Математичні методи моделювання та оптимізації. Ч. 1. Математичне програмування та дослідження операцій: підручник. К.: НАУ, 2017. – 212 с.
11. Математичні методи дослідження операцій. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт (Частина 1) [Електронний ресурс] / Л.О. Латанська, Т.А. Фаріонова. – Миколаїв: НУК, 2019. 1 електронний оптичний диск (DVD-ROM) (Об'єм даних 2215 кб. Тираж 15 прим. Вид. № 38. Зам. № 113). – Назва з титульного екрану.
12. Математичні методи дослідження операцій. Методичні вказівки до виконання самостійних робіт з дисципліни / Л.О. Латанська, Т.А. Фаріонова. – Миколаїв: НУК, 2018. – 32с.
13. Математичні методи дослідження операцій. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт (Частина 2) / Латанська Л.О., І.В. Устенко, Каіров В.О. – Миколаїв: ФОП Швець В.М., 2018.– 40 с.
14. Меньшикова О.В., Чмир О.Ю., Карабин О.О. Дослідження операцій: навчальний посібник. – Львів: ЛДУ БЖД, 2019. – 196 с.

11. Інформаційні ресурси

15. Snyman, J. A.; Wilke, D. N. (2018). Practical Mathematical Optimization : Basic Optimization Theory and Gradient-Based Algorithms (2nd ed.). Berlin: Springer. ISBN 978-3-319-77585-2. 9. Mathematical Programming Glossary. – Режим доступу: <http://glossary.computing.society.informs.org/>
16. Optimization Methods and Software. – Режим доступу: <https://www.tandfonline.com/toc/goms20/current>