

2-5

Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра Радіоелектронних та біомедичних комп'ютеризованих
засобів і технологій (№ 502)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Керівник проектної групи



О.Й. Довнар

(підпис)

(ініціали та прізвище)

«31» серпня 2023 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ОBOB'ЯЗКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ОПЕРАЦІЙ

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 12 Інформаційні технології
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 122 Комп'ютерні науки
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма: Комп'ютерні технології в біології та медицині
(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна, денна прискорена

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Харків 2023 рік

Робоча програма Математичні методи дослідження операцій
(назва дисципліни)
для студентів за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки та інформаційні технології
освітньою програмою Комп'ютерні технології в біології та медицині

«31» серпня 2023 р., – 13 с.

Розробник: Довнар О.Й., доцент каф. 502, к.т.н., доцент
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь і вчене звання)


(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри Радіоелектронних та біомедичних комп'ютеризованих засобів і технологій (№ 502)
(назва кафедри)

Протокол № 1 від «31» серпня 2023 р.

Завідувач кафедри д.т.н., професор
(науковий ступінь і вчене звання)


(підпис)

О.В. Висоцька
(ініціали та прізвище)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показника	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)
Кількість кредитів – 4,5	Галузь знань <u>12 Інформаційні технології</u> <small>(шифр і найменування)</small> Спеціальність <u>122 Комп'ютерні науки та інформаційні технології</u> <small>(код і найменування)</small> Освітня програма <u>Комп'ютерні технології в біології та медицині</u> <small>(найменування)</small> Рівень вищої освіти: перший бакалаврський	Цикл загальної підготовки Обов'язкова
Кількість модулів – 2		Навчальний рік
Кількість змістовних модулів – 3		2023/2024
Індивідуальне завдання		Семестр
Розрахункова робота <small>(назва)</small>		5-й
Загальна кількість годин – 64 / 135		Лекції*
		32
		Практичні, семінарські*
		32
		Лабораторні*
	-	
	Самостійна робота	
	71	
	Вид контролю	
	модульний контроль, залік	
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4		
самостійної роботи студента – 4,4		

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: 64/71

*Аудиторне навантаження може бути зменшене або збільшене на одну годину залежно від розкладу занять.

1. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: надання знань для формалізованого опису складних задач управління в організаційно-технічних та соціально-економічних системах.

Завдання: вивчення моделей оптимального вибору та оптимальних рішень в завданнях управління складними системами.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні досягти таких **компетентностей**:

– здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у галузі комп'ютерних наук або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів комп'ютерних наук і характеризується комплексністю та невизначеністю умов (ІК).

– здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК1);

– здатність до математичного та логічного мислення, формулювання та досліджування математичних моделей, зокрема дискретних математичних моделей, обґрунтування вибору методів і підходів для розв'язування теоретичних і прикладних задач у галузі комп'ютерних наук, аналізу та інтерпретування отриманих результатів (СК1);

– здатність використовувати сучасні методи математичного моделювання об'єктів, процесів і явищ, розробляти моделі й алгоритми чисельного розв'язування задач математичного моделювання, враховувати похибки наближеного чисельного розв'язування професійних задач (СК4);

– 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. (СК5);

– здатність забезпечити організацію обчислювальних процесів в інформаційних системах різного призначення з урахуванням архітектури, конфігурування, показників результативності функціонування операційних систем і системного програмного забезпечення (СК12).

Результати навчання:

– 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 (ПР1);

– 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 (ПР2);

– використовувати методи чисельного диференціювання та інтегрування функцій, розв'язання звичайних диференціальних та інтегральних рівнянь, особливостей чисельних методів та можливостей їх адаптації до

інженерних задач, мати навички програмної реалізації чисельних методів (ПР6);

– розуміти принципи моделювання організаційно-технічних систем і операцій; використовувати методи дослідження операцій, розв'язання одно– та багатокритеріальних оптимізаційних задач, цілочисельного, нелінійного, динамічного програмування (ПР7).

Міждисциплінарні зв'язки:

Для вивчення дисципліни потрібно знання дисциплін Вища математика та Дискретна математика. Матеріали дисципліни в подальшому використовуються при вивченні дисциплін Моделювання біологічних процесів та систем, Медичні інформаційні системи та Методи та системи штучного інтелекту в біології та медицині.

2. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовний модуль 1. Нелінійне програмування.

Тема 1. Вступ. Основні теоретичні відомості

Вступ, зміст, мета та структура курсу. Одновимірна оптимізація. Загальна постановка задачі. Деякі її особливості. Класичні умови екстремуму (локальний екстремум, умовний, глобальний). Метод невизначених множників Лагранжа. Симетричні методи одновимірної оптимізації. Загальні властивості. Метод Фібоначчі. Метод золотого перерізу. Найпростіші методи мінімізації унімодальних функцій (метод найпростішого перебору, метод дихотомії. Мінімізація багатоекстремальних функцій. Метод перебору. Метод ламаних.

Тема 2. Опукле програмування.

Опукле програмування. Опуклі множини і функції. Опуклі множини. Основні поняття і властивості, теореми віддільності. Опуклі функції. Основні поняття і властивості. Опукле програмування. Основні поняття і властивості. Теорема Куна-Таккера

Тема 3. Квадратичне програмування.

Квадратичне програмування. Квадратична форма. Основні поняття, властивості. Теорія квадратичного програмування. Метод Вольфа в квадратичному програмуванні.

Тема 4. Чисельні методи оптимізації.

Основні відомості про чисельні методи розв'язання. Поняття чисельних методів. Збіжність і стійкість. Критерії зупинки. Методи спуска (поняття, загальна схема).

Тема 5. Градієнтні методи.

Градієнтні методи. Основні поняття. Метод найшвидшого спуска. Графічна інтерпретація. Градієнтний метод із дробленням кроку. Градієнтний

метод з апіорним вибором кроку. Яружний метод.

Тема 6. Метод спряжених градієнтів.

Метод спряжених градієнтів. Спряжені напрямки. Метод спряжених градієнтів для мінімізації квадратичної функції. Метод спряжених градієнтів для мінімізації неквадратичної функції.

Тема 7. Чисельні методи пошуку умовного екстремуму.

Прямі методи (метод спряжених градієнтів, метод спряжених напрямків). Непрямі методи оптимізації (метод штрафних функцій, метод бар'єрних функцій).

Модульний контроль 1.

Змістовний модуль 2. Дискретне та динамічне програмування.

Тема 8. Дискретне програмування.

Класифікація задач і методів дискретного програмування. Класифікація чисельних методів розв'язування задач дискретного програмування. Про розв'язування задач дискретного програмування. Методи відсічень. Комбінаторні методи. Наближені методи. Двоїстий симплекс-метод. Поняття двоїстості. Теорема двоїстості. Деякі властивості двоїстих задач. Алгоритм методу. Методи відсічень. Перший алгоритм Гоморі. Основні позначення і поняття. Теоретичні основи. Побудова правильних відсічень. Загальний алгоритм. Обчислювальна схема. Деякі властивості алгоритму (скінченність, ефективність, недоліки). Комбінаторні методи. Метод гілок та меж.

Тема 9. Динамічне програмування.

Основні поняття. Область застосування методів динамічного програмування. Геометрична інтерпретація. Основна ідея. Принцип оптимальності. Особливості побудови схем. Рівняння Беллмана. Математична постановка задачі. Загальна схема методу динамічного програмування (виведення рівняння Беллмана)

Тема 10. Типові задачі динамічного програмування

Визначення основних елементів моделі динамічного програмування. Основні елементи. Про визначення стану. Задача про планування чисельності робітників, задача про складання графіка заміни устаткування, задача про розподіл капвкладень, задача про завантаження літака (задача про ранець)

Тема 11. Наближені методи розв'язання задач

Наближені методи розв'язання задач. Метод випадкового пошуку. Введення. Загальна схема методів локальної оптимізації. Метод випадкового пошуку для задач лінійного програмування з булевими перемінними. Методи випадкового пошуку з локальною оптимізацією.

Тема 12. Багатокритеріальна оптимізація.

Причини виникнення багатокритеріальності. Принцип Парето. Засоби

нормування критеріїв якості. Згортка критеріїв. Методи пошуку компромісного рішення: метод домінуючого критерія, метод послідовних поступок, метод адитивних згорток, мінімаксні методи.

Модульний контроль 2.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	усього	у тому числі			
		л	п	лаб	с.р.
1	2	3	4	5	6
Модуль 1					
Змістовний модуль 1. Нелінійне програмування					
Тема 1. Вступ. Основні теоретичні відомості Вступ, зміст, мета та структура курсу. Одновимірна оптимізація. Загальна постановка задачі. Деякі її особливості. Класичні умови екстремуму (локальний екстремум, умовний, глобальний). Метод невизначених множників Лагранжа. Симетричні методи одновимірної оптимізації. Загальні властивості. Метод Фібоначчі. Метод золотого перерізу. Найпростіші методи мінімізації унімодальних функцій (метод найпростішого перебору, метод дихотомії. Мінімізація багатоекстремальних функцій. Метод перебору. Метод ламаних.	9	2	2		5
Тема 2. Опукле програмування Опуклі множини і функції. Опуклі множини. Основні поняття і властивості, теореми віддільності. Опуклі функції. Основні поняття і властивості. Опукле програмування. Основні поняття і властивості. Теорема Куна-Таккера.	9	2	2		5
Тема 3. Квадратичне програмування Квадратичне програмування. Квадратична форма. Основні поняття, властивості. Теорія квадратичного програмування. Метод Вольфа в квадратичному програмуванні.	9	2	2		5
Тема 4. Чисельні методи оптимізації Основні відомості про чисельні методи розв'язання. Поняття чисельних методів. Збіжність і стійкість. Критерії зупинки. Методи спуску (поняття, загальна схема)	4	2			2
Тема 5. Градієнтні методи Градієнтні методи. Основні поняття. Метод найшвидшого спуску. Графічна інтерпретація. Градієнтний метод із дробленням кроку. Градієнтний метод з апіорним вибором кроку. Яружний метод	9	2	2		5
Тема 6. Метод спряжених градієнтів Метод спряжених градієнтів. Спряжені напрямки. Метод спряжених градієнтів для мінімізації квадратичної функції. Метод спряжених градієнтів для мінімізації неквадратичної функції.	9	2	2		5

1	2	3	4	5	6
Тема 7. Чисельні методи пошуку умовного екстремуму Прямі методи (метод спряжених градієнтів, метод спряжених напрямків). Непрямі методи оптимізації (метод штрафних функцій, метод бар'єрних функцій).	9	2	2		5
Модульний контроль	2	2			
Разом за змістовим модулем 1	60	16	12		32
Змістовий модуль 2. Дискретне та динамічне програмування					
Тема 8. Дискретне програмування Класифікація задач і методів дискретного програмування. Класифікація чисельних методів розв'язування задач дискретного програмування. Про розв'язування задач дискретного програмування. Методи відсічень. Комбінаторні методи. Наближені методи. Двоїстий симплекс-метод. Поняття двоїстості. Теорема двоїстості. Деякі властивості двоїстих задач. Алгоритм методу. Перший алгоритм Гоморі. Основні позначення і поняття. Теоретичні основи. Побудова правильних відсічень. Загальний алгоритм. Обчислювальна схема. Деякі властивості алгоритму (скінченність, ефективність, недоліки). Комбінаторні методи. Метод гілок та меж.	20	4	8		8
Тема 9. Динамічне програмування Основні поняття. Область застосування методів динамічного програмування. Геометрична інтерпретація. Основна ідея. Принцип оптимальності. Особливості побудови схем. Рівняння Беллмана. Математична постановка задачі. Загальна схема методу динамічного програмування (виведення рівняння Беллмана).	6	2			4
Тема 10. Типові задачі динамічного програмування Визначення основних елементів моделі динамічного програмування. Основні елементи. Про визначення стану. Задача про планування чисельності робітників, задача про складання графіка заміни устаткування, задача про розподіл капікладень, задача про завантаження літака (задача про ранець).	17	2	8		7
Тема 11. Наближені методи розв'язання задач Наближені методи розв'язання задач. Метод випадкового пошуку. Введення. Загальна схема методів локальної оптимізації. Метод випадкового пошуку для задач лінійного програмування з булевими перемінними. Методи випадкового пошуку з локальною оптимізацією.	18	2	2		4
Тема 12. Багатокритеріальна оптимізація Причини виникнення багатокритеріальності. Принцип Парето. Засоби нормування критеріїв якості. Згортка критеріїв. Методи пошуку компромісного рішення: метод домінуючого критерія, метод послідовних поступок, метод адитивних згорток, мінімаксні методи.	12	4	2		6
Модульний контроль	2	2			
Разом за змістовим модулем 2	65	16	20		29
Разом за модулем 1	125	32	32		61

1	2	3	4	5	6
Модуль 2					
Змістовний модуль 3. Виконання розрахункової роботи	10				10
Разом за змістовим модулем 3	10				10
Разом за модулем 2	10				10
Усього за семестр	135	32	32		71

4. Теми семінарських занять
не передбачено навчальним планом

5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Дослідження методів одновимірної оптимізації	2
2	Дослідження властивосте опуклих функцій	2
3	Дослідження методів квадратичної оптимізації	2
4	Дослідження градієнтних методів	2
5	Дослідження методу спряжених градієнтів	2
6	Дослідження непрямих методів умовної оптимізації	2
7	Розв'язання задач двоїтим симплекс-методом	2
8	Дослідження першого алгоритму Гоморі	2
9	Дослідження другого алгоритму Гоморі	2
10	Дослідження методу гілок та меж.	2
11	Розв'язання задачі про планування чисельності робітників	2
12	Розв'язання задачі про складання графіку заміни устаткування	2
13	Розв'язання задачі про розподіл вкладень	2
14	Розв'язання задачі про ранець	2
15	Дослідження методів випадкового пошуку	2
16	Дослідження методів багатокритеріальної оптимізації	2
	Разом	32

6. Теми лабораторних занять
не передбачено навчальним планом

7. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вивчення лекційного матеріалу	32
2	Підготовка до практичних робіт	29
	Разом	61

8. Індивідуальні завдання

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Виконання розрахункової роботи на тему «Чисельна оптимізація функцій»	10

9. Методи навчання

Вивчення дисципліни “Математичні методи дослідження операцій” здійснюється традиційними методами із застосуванням новітніх інформаційних технологій. Теоретичні знання, що викладаються під час лекцій, використовуються на практичних і самостійних роботах, що проводяться у комп’ютерних аудиторіях, які обладнані сучасними комп’ютерними засобами.

10. Методи контролю

Письмові іспити, звіти з практик, есе, презентації, поточний (модульний) контроль.

Оцінювання навчальних досягнень студентів здійснюється за національною шкалою (відмінно, добре, задовільно, незадовільно); 100-бальною шкалою та шкалою ECTS (A, B, C, D, E, FX, F)

11. Розподіл балів, які отримують студенти

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Робота на лекціях	0...1	7	0...7
Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт	0...4	6	0...24
Модульний контроль	0...6	1	0...6
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0...1	7	0...7
Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт	0...4	10	0...40
Модульний контроль	0...6	1	0...6
Змістовний модуль 3			
Виконання розрахункової роботи	0...10	1	0...10
Усього за семестр			0...100

Семестровий контроль (залік) проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування й за наявності допуску до іспиту/заліку. Під час складання семестрового іспиту/заліку студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для заліку складається з двох теоретичних та одного практичного завдання. За правильну відповідь на кожне завдання студент може отримати до 30 балів, за розв’язання задачі – 40 балів.

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

- основи теорії оптимальних рішень;
- класичні методи пошуку локального екстремуму одно- та багато параметричних задач оптимізації;
- чисельні методи розв'язання оптимізаційних задач;

Необхідний обсяг вмінь для одержання позитивної оцінки:

- складати моделі задач оптимізації у різноманітних предметних областях;
- обирати метод оптимізації для розв'язання поставленої задачі;
- реалізовувати обраний метод оптимізації на ПК за допомогою математичних пакетів або програмно;
- інтерпретувати рішення задачі.

Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру по засвоєнню лекційно-практичного навантаження

Задовільно (60-74). Мати рівень знань та умінь, достатній для аналізу предметної області та постановки задачі оптимізації. Відпрацювати та захистити всі практичні роботи. Вміти самостійно складати моделі нескладних задач та реалізовувати їх у обраний спосіб.

Добре (75 - 89). Мати рівень знань та умінь, достатній для створення моделей складних задач. Показати вміння виконувати та захищати всі практичні роботи в обумовлений викладачем строк з обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновано у роботах. Вміти розв'язувати складні задачі із використанням обчислювальної техніки.

Відмінно (90 - 100). Твердо знати основний та додатковий матеріал. Показати вміння виконувати та захищати всі практичні роботи в обумовлений викладачем строк з обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновано у роботах. Орієнтуватися у підручниках та посібниках. Досконально вміти розв'язувати складні обчислювальні задачі, розробляти програмні додатки, що реалізують обраний метод оптимізації.

Відмінно (90 - 100) виставляється в тих випадках, коли студент демонструє блискуче володіння проблемою дослідження, логічно, послідовно і аргументовано відстоює її концептуальний зміст, докладно, вичерпно відповідає на усі додаткові питання, і при бездоганному оформленні роботи.

Добре (75 - 89) виставляється, коли студент демонструє високий рівень володіння проблемою дослідження, логічно, послідовно і аргументовано відстоює її концептуальний зміст, але при відповідях на додаткові питання випробовує скруту. Та ж оцінка може бути виставлена і коли комісія відмічає незначні пропуски в професійній підготовці студента або виявляє в тексті роботи невеликі порушення.

Задовільно (60 – 74) виставляється в тих випадках, коли студент хоча і демонструє досить (чи відносно) хороше володіння проблемою дослідження, логічно, послідовно і аргументовано відстоює її концептуальний зміст, але при відповідях допускає помилкові твердження, або в тексті виявляються порушення при оформленні наукового апарату роботи, стилістичні і інші погрішності.

Шкала оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційований залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

12. Методичне забезпечення

Підручники, навчальні посібники, навчально-методичні посібники, конспекти лекцій, методичні рекомендації з проведення практичних робіт тощо, які видані в Університеті знаходяться за посиланням:

– http://library.khai.edu/catalog?clear_all_params=0&mode=KNMZ&lang=ukr&caller_mode=SearchDocForm&ext=no&theme_path=0&themes_basket=&ttp_the_mes_basket=&disciplinesearch=no&top_list=1&fullsearch_fld=&author_fld=%D0%A0%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B2&docname_fld=&docname_cond=beginwith&theme_context=%D0%A0%D1%96%D0%B7%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F+%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%B0%D0%BB%D1%96%D0%B2&theme_cond=all+theme&theme_id=0&is_ttp=0&combiningAND=0&step=20&tpage=1

– Методичні вказівки до самостійної роботи з дисципліни «Математичні методи дослідження операцій». [Електронний ресурс] / О.Й.Довнар – Харків: Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2022.

– Методичні вказівки до практичних робіт з дисципліни «Математичні методи дослідження операцій». [Електронний ресурс] / О.Й.Довнар – Харків: Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2022.

13. Рекомендована література

Базова

1. Математичні методи дослідження операцій : підручник / Є.А. Лавров, Л.П. Перхун, В.В. Шендрік та ін. – Суми : Сумський державний університет, 2017. – 212 с.

2. Методи оптимізації та дослідження операцій [Текст] : навчальний посібник / Укладачі: Я. Б. Сікора, А.Й. Щехорський, Б.Л. Якимчук. – Житомир: Вид-во ЖДУ ім. Івана Франка, 2019. – 148 с.

Допоміжна

1. Бартіш М. Я. Дослідження операцій. Частина 4: Нелінійне програмування : підручник / М. Я. Бартіш, І. М. Дудзяний. – Львів: ЛНУ ім. Івана Франка, 2011. - 208 с.

2. Вітлінський В.В. Економіко-математичні методи та моделі: оптимізація : навч. посібник [Електронний ресурс] / Вітлінський В. В., Терещенко Т. О., Савіна С. С. — К. : КНЕУ, 2016. — 303 с
3. Панченко С.В., Медиченко М.П., Лисечко В.П. Методи оптимізації та моделювання: Навч. посібник / – Харків: УкрДАЗТ, 2015. – Ч.1. – 128 с., рис. 35, табл. 45.
4. Оптимізаційні методи та моделі: Підручник./ Л.В. Забуранна, Н.В. Попрозман, Н.А. Клименко, О.І. Попрозман, С.В. Забуранний – К., 2014. – с.372.

14. Інформаційні ресурси

1. Інформаційний портал кафедри 502, <https://new.nk502.xai.edu.ua/>