МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ В. Н. КАРАЗІНА

Кафедра комп'ютерної фізики

"ЗАТВЕРДЖУЮ"

Директор навчально-наукового інституту
комп'ютерної фізики та енергетики
_____ Ірина ГАРЯЧЕВСЬКА
"28" серпня 2023 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ

рівень вищої освіти	другий (магістерський)
галузь знань	10 Природничі науки
спеціальність	105 Прикладна фізика та наноматеріали
освітня програма	«Комп'ютерна фізика»
вид дисципліни	за вибором

навчально – науковий інститут комп'ютерної фізики та енергетики

2023 / 2024 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження вченою радою навчально-наукового інституту комп'ютерної фізики та енергетики

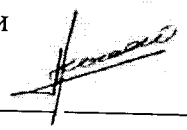
28 серпня 2023 року, протокол № 8/23

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:
Стрельнікова Олена Олександрівна, науковий співробітник, професор кафедри комп'ютерної фізики

Програму схвалено на засіданні кафедри комп'ютерної фізики

Протокол від 28 серпня 2023 року № 8/23

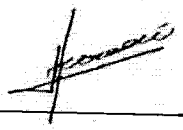
Завідувач кафедри комп'ютерної фізики



_____ Костянтин НЄМЧЕНКО

Програму погоджено з гарантом освітньо-наукової програми «Комп'ютерна фізика»

Гарант освітньо-наукової програми «Комп'ютерна фізика»



_____ Костянтин НЄМЧЕНКО

Програму погоджено науково-методичною комісією
навчально-наукового інституту комп'ютерної фізики та енергетики

Протокол від 28 серпня 2023 року № 8/23

Голова науково-методичної комісії
навчально-наукового інституту комп'ютерної фізики та енергетики



_____ Денис ПРОТЕКТОР

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Методи оптимізації» складенавідповідно до освітньо-професійної програми «Комп'ютерна фізика» підготовки другого (магістерського) рівня вищої освіти

спеціальність: 105 Прикладна фізика та наноматеріали

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Мета викладання навчальної дисципліни

Метою викладання дисципліни є засвоєння майбутніми фахівцями знань, умінь, навичок та сучасних комп'ютерних технологій, необхідних для створення ефективних систем оптимального проектування технічних та технологічних об'єктів

1.2. Основні завдання вивчення дисципліни

- набути стійких знань зі спеціальних методів розв'язання задач оптимізації;
- набути практичних навичок у створенні алгоритмів оптимізації;
- оволодіти комплексним підходом до розв'язання практичних задач оптимального проектування, який полягає у побудові математичної моделі об'єкту, застосуванні до неї загальних та спеціальних методів оптимізації, кваліфікованому виборі найефективніших методів дослідження та розробці програмної підтримки для одержання кінцевого результату.

1.3. Кількість кредитів 5

1.4. Загальна кількість годин 150

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
За вибором	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
1-й	-й
Семестр	
1-й	-й
Лекції	
32 год.	год.
Практичні, семінарські заняття	
32 год.	год.
Лабораторні заняття	
год.	год.
Самостійна робота	
86 год.	год.
В тому числі індивідуальні завдання	
год.	

1.6. Заплановані результати навчання

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

ЗНАТИ загальні підходи та спеціальні методи розв’язання задач оптимізації.
ВМІТИ застосовувати набуті знання та навички при практичній професійній діяльностіи.
ОЗНАЙОМИТИСЬ з сучасними задачами оптимізації в техниці та існуючими комп’ютерними пакетами розв’язання подібних задач.
МАТИ НАВИЧКИ у застосуванні існуючих та створенні оригінальних програмних засобів розв’язання професійних задач, пов’язаних зі створенням нових та удосконаленням існуючих методів мінімаксної та багатокритеріальної оптимізації.

Програмні результати навчання за освітньою програмою:

1. ПРН2. Знаходити та аналізувати наукову та науково-технічну інформацію в галузі прикладної фізики та наноматеріалів із вітчизняних та зарубіжних джерел, в тому числі з використанням сучасних пошукових систем.
2. ПРН4. Встановлювати та аргументувати нові залежності між параметрами та характеристиками фізичних систем.
3. ПРН8. Вміти розроблювати гіпотези та запропоновувати способи їх перевірки за допомогою відповідних аналітичних, експериментальних та чисельних інструментів

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Розділ 1. Методи одновимірної та лінійної оптимізації

Тема 1: Методи мінімізації функцій однієї змінної

Значення оптимізації в науці та техниці. Приклади постановок оптимізаційних задач.

Класифікація методів оптимізації. Властивості функцій однієї змінної.

Методи виключення інтервалів. Алгоритм пошуку початкового інтервалу невизначеності. Пасивний пошук, стратегія та алгоритм. Методи послідовного пошуку.

Метод дихотомії.

Трьохточковий метод поділу відрізку навпіл. Методи з однократним обчислюванням функції.Метод золотого перерізу. Метод чисел Фібоначчі.

Метод квадратичної апроксимації Пауелла.

Метод Ньютона і його модифікації: метод Ньютона із змінним шагом (Ньютона-Рафсона), метод січних. Порівняльні характеристики методів.

Тема 2: Методи розв’язання задач лінійного програмування (ЗЛП)

Постановка задач лінійного програмування. Основні моделі задач.

Геометрична інтерпретація ЗЛП у просторі змінних.

Властивості задач лінійного пограмування.Опуклість множини припустимих рішень.

Існування базисних припустимих рішень.

Найпростіший алгоритм рішення задачі лінійного програмування.

Симплекс - метод. Алгоритм симплекс-методу з використанням таблиці для невиродженої задачі.

Вибір початкового припустимого базисного рішення. Двухфазний симплекс-метод.

Розділ 2 Нелінійне програмування для функцій багатьох змінних

Тема 3: Релаксаційні методи розв'язання задач нелінійного програмування для функцій багатьох змінних

Класифікація задач відшукання екстремума функцій багатьох змінних.

Класифікація чисельних методів безумовної мінімізації функцій багатьох змінних.

Поняття про лінії рівня та релаксаційну послідовність.

Загальна структура градієнтних методів. Градієнтні методи найскорішого спуску і з дробленням шагу. Збіжність градієнтних методів з дробленням шагу.

Масштабування змінних. Градієнтні методи із змінною метрикою (сферичною, кубічною, октаедричною).

Методи спряжених напрямків. Спряжені напрямки і їх властивості. Метод спряжених градієнтів (Флетчера -Рівса).

Мінімізація неквадратичних функцій. методом Флетчера-Рівса.

Партан-методи. Ідея партан-методу. Властивості параллельного підпростору. Партан-метод найскорішого спуску.

Методи, що не використовують похідні. Методи покоординатного спуску: циклічний та випадковий. Випадковий спуск.

Метод спряжених напрямків Пауела.

апроксимації похідних.

Тема 4: Задачі на екстремум в умовах обмежень

Метод деформованого многогранника (Нелдера-Міда).

Задачі на екстремум в умовах обмежень. Метод множників Лагранжа. Необхідні і достатні умови екстремуму в умовах обмежень.

Методи штрафних функцій: зовнішніх і внутрішніх. Порівняльні характеристики методів.

Постановка задачі багатокритеріальної оптимізації. Множина Парето.

Метод вагових множників. Метод епсілон-обмежень

Метод справедливого компромісу. Метод послідовних поступок.

3. 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

Розділ 1 Методи одновимірної та лінійної оптимізації												
Тема 1. Методи мінімізації функцій однієї змінної												
Значення оптимізації в науці та техниці. Приклади постановок оптимізаційних задач. Класифікація методів оптимізації. Властивості функцій однієї змінної.	8	1	1			6						
Методи виключення інтервалів. Алгоритм пошуку початкового інтервалу невизначеності. Пасивний пошук, стратегія та алгоритм. Методи послідовного пошуку. Метод дихотомії.	8	1	1			6						
Трьохточковий метод поділу відрізку навпіл. Методи з однократним обчислюванням функції.Метод золотого перерізу. Метод чисел Фібоначчі	10	2	2			6						
Метод квадратичної апроксимації Пауелла	10	2	2			6						
Метод Ньютона і його модифікації: метод Ньютона із змінним шагом (Ньютона-Рафсона), метод січних. Порівняльні характеристики методів.	10	2	2			6						
Тема 2. Методи розв'язання задач лінійного програмування (ЗЛП)												
Постановка задач лінійного програмування. Основні моделі задач.	14	4	4			6						
Різні форми представлення задач лінійного програмування: стандартна і канонічна. Перехід від однієї форми до іншої.	14	4	4			7						
Разом за Розділом 1	75	16	16			43						
Розділ 2. Нелінійне програмування для функцій багатьох змінних **Тема 3: Релаксаційні методи розв'язання задач нелінійного програмування для функцій багатьох змінних**												
Класифікація задач відшукання екстремума функцій багатьох змінних	18	4	4			10						
Класифікація чисельних методів безумовної мінімізації функцій багатьох змінних. Поняття про лінії рівня та релаксаційну послідовність. Загальна структура градієнтних методів. Градієнтні методи найскорішого спуску і з дробленням	19	4	4			11						

шагу. Збіжність градієнтних методів з дробленням шагу.												
Тема 4: Задачі на екстремум в умовах обмежень												
Метод деформованого многогранника (Нелдера-Міда)	19	4	4			11						
Задачі на екстремум в умовах обмежень. Метод множників Лагранжа. Необхідні і достатні умови екстремуму в умовах обмежень. Методи штрафних функцій: зовнішніх і внутрішніх. Порівняльні характеристики методів.	19	4	4			11						
Разом за Розділом 2	75	16	16			43						
Усього годин	150	32	32			86						

4. Теми семінарських (практичних, лабораторних) занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Геометрична інтерпретація ЗЛП у просторі змінних.	4
2	Властивості задач лінійного програмування.Опуклість множини припустимих рішень. Існування базисних припустимих рішень.	4
3	Найпростіший алгоритм рішення задачі лінійного програмування.	4
4	Симплекс - метод. Алгоритм симплекс-методу з використанням таблиці для невиродженої задачі.	4
5	Вибір початкового припустимого базисного рішення. Двухфазний симплекс-метод. М-метод.	4
6	Виродженість.	4
7	Лінійна транспортна задача. Відшукування початкового рішення.	4
8	Метод потенціалів.	4
	Разом	32

5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Опанувати метод деформованого многогранника, створити програмний код та за його допомогою знайти мінімум функції $z = x^2 + xy + y^2 - 6x - ky$,$k$- номер варіанту	9

2	Розробити алгоритм та програмний код симплекс-методу та за його допомогою знайти мінімум функції $z = x^3 + y^3 - kxy + 1$, *k*-номер варіанту	9
3	Реалізувати пошук точки оптимуму функції y = cos kx, $x \in [0;2]$ методом середньої точки (пошук Больцано ,провести 2-3 ітерації), *k*-номер варіанту	10
4	Розробити програмний код для пошуку мінімуму функції $y(x_1,x_2)$ в околі точки $x^{(0)}$ на основі градієнтного методу $y = (1 - x_1)^2 + (k - x_2)^2$, $x^{(0)} = [0, 0]^T$; взявши початковий крок $h = 0.5$, *k*- номер варіанту	9
5	Розробити алгоритм та програмний код пошуку найбільшого та найменшого значення функції $y = x^3 - 2x^2 + kx$ на відрізку (2, 7), *k*-номер варіанту	10
6	Розробити алгоритм та створити програмний кодї для пошуку мінімуму функції $y(x_1,x_2)$ в околі точки $x^{(0)}$ на основі методу найшвидшого спуску $y = (k - x_1)^2 + (2 - x_2)^2$, $x^{(0)} = [0, 0]^T$ *k*- номер варіанту	10
7	Створити програмний код для пошуку мінімуму функції $y(x_1,x_2)$ в околі точки $x^{(0)}$ на основі методу покоординатного спуску $y = (k - x_1)^2 + (k - x_2)^2$, $x^{(0)} = [0, 0]^T$; з початковим кроком $h = 0.5$, *k*-номер варіанту	10
8	Створити програмний код для реалізації методу Н'ютона для пошуку кореня функції y = sin k x, $x \in [-1;1.2]$ (провести 2-3 ітерації) *k*- номер варіанту.	10
9	Створити програмний код для розв'язання задачі: Паливо в баках ракетоносіів в умовах невагомості приймає вигляд кулі або декількох куль. При якому співвідношенні радіусів *k*- куль при заданому об'ємі палива та за відсутності перегородок сумарна площа поверхні палива буде найменшою? *k*- номер варіанту	9
10	**Разом**	**86**

6. Індивідуальні завдання

Не передбачено навчальним планом

8. Методи навчання

Лекції, практичні заняття в спеціалізованих комп'ютерних залах, де кожний студент отримує можливість навчатись безпосередньо на індивідуальному робочому місці, обладнаному персональним комп'ютером

9. Методи контролю

На заняттях – опитування, розв'язання задач, поточні контрольні роботи, захист домашних завдань, модульний контроль і підсумкове оцінювання.

10. Схема нарахування балів

	Поточний контроль, самостійна робота														Сума
Розділ 1		Розділ 2		Самостійна робота									Контроль на робота	Залік	
Т1	Т2	Т3	Т4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	2*5	30	100
2	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			

Т1, Т2 ... – теми розділів.

Мінімальна кількість балів для допуску до підсумкового контролю становить – 20 балів.

Критерії оцінювання

Поточний контроль , робота в аудиторії:

Відсутність помилок в розрахунках	3 бала
Правильність відповіді	1 бал
Знання цілей завдання	2 бал
Коректність програмного коду-	2 бала

Самостійна робота

За кожну задачу 1-9 такі критерії (5 балів)

Наявність відповіді правильної відповіді	1 бал
Коректність викладок	1 бала
Коректність програмного коду	2 бала

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка	
	для чотирирівневої шкали оцінювання	для дворівневої шкали оцінювання
90 – 100	відмінно	зараховано
70-89	добре	
50-69	задовільно	
1-49	незадовільно	не зараховано

11. Рекомендована література

Основна література

1. Жалдак М.І., Триус Ю.В. Основи теорії і методів оптимізації: Навчальний посібник. - Черкаси: Брама-Україна, 2005. - 608 с..
2. Методи оптимізації та дослідження операцій : навчальний посібник / Я. Б. Сікора, А.Й. Щехорський, Б.Л. Якимчук. – Житомир: Вид-во ЖДУ ім. Івана Франка, 2019. – 148 с
3. Зайченко Ю. П. Дослідження операцій: підручник / Ю. П. Зайченко. –К.: ВІПОЛ, 2000
4. Математичні методи дослідження операцій : підручник / Є. А. Лавров, Л. П. Перхун, В. В. Шендрик та ін. – Суми : Сумський державний університет, 2017. – 212 с.
5. 4. Казарєзов А. Я. Дослідження операцій : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. освіти. Ч. 1. Математичне програмування / А. Я. Казарєзов, Ю. Ю. Верланов ; Миколаїв. держ. гуманіт. ун-т ім. П. Могили. – Миколаїв, 2003. – 83 с.

6 Ларіонов Ю. І. Дослідження операцій в інформаційних системах : навч. посібник / Ю. І. Ларіонов, В. М. Левикін, М. А. Хажмурадов. – 2-ге вид. – Харків : Компанія СМІТ, 2005. – 364 с.

7 Методи синтезу та оптимізації : конспект лекцій для студ. напряму підготовки 6.050101 «Комп'ютерні науки» / В. В. Шендрик, Ю. В. Парфененко. – Суми : СумДУ, 2014. – 148 с.

8 Наконечний С. І. Математичне програмування : навч. посіб. / С. І. Наконечний, С. С. Савіна. – Київ : КНЕУ, 2003. – 452 с..

9 Плаксій Ю.А., Успенський В.Б. Методичні вказівки до лабораторно-практичного

заняття «Вивчення методів мінімізації функцій багатьох змінних» з курсу «Методи оптимізації» (для студентів спеціальності 7.080202), Харків, ХДПУ, 1999
10 Толбатов Ю. А. Математичне програмування : підруч. для студ. вищ. навч. закл. / Ю. А. Толбатов, Є. Ю. Толбатов. – Тернопіль : Підручники і посібники, 2008. – 432 с..
11 Оптимізаційні методи та моделі : підручник / В.С. Григорків, М.В. Григорків. – Чернівці : Чернівецький нац. ун-т, 2016. – 400 с.
12 Синєглазов В. М. Математичні методи оптимізації: навч. посібн./ В.М. Синєглазов, О. А. Зеленков, Ш. І. Аскеров. – Нац. Авіаційний ун-т. – К.: Освіта України, 2018. – Ч. 1. – 329 с.
13 Латанська Л. О. Методичні вказівки до виконання самостійних робіт з дисципліни "Математичні методи дослідження операцій"/ Л. О. Латанська, 9 Т. А. Фаріонова ; Нац. ун-т кораблебудування ім. адмірала Макарова. – Миколаїв : НУК, 2018. – с. 29.
14 Вибрані розділи багатокритеріальної оптимізації: методичні рекомендації до виконання контрольних та лабораторних робіт для студентів математичного факультету / Н. Е. Кондрук. – Ужгород: УжНу, 2015. – 56 с.
15 Кісельова О.М. Чисельні методи оптимізації: навч. посіб. / О.М. Кісельова, А.Є.Шевельова. – Д.: Вид-во ДНУ, 2008. – 208 с.

Допоміжна література

1. Чернявський А.Д. Антикризове управління підприємством: Навч. посіб. – К.: МАУП, 2006. – 256с.: іл.
2. Нефьодов Ю. М. Методи оптимізації в прикладах і задачах : навчальний посібник / Ю. М. Нефьодов, Т. Ю. Балицька. – Київ : Кондор, 2011. – 324 с
3.Д. Методи оптимізації: підручник для студентів вищих навчальних закладів за напрямком "Телекомунікації". - ДУТ, 2016. - 442 с.
4. 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

Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення

1. Мережа Internet.
2. Бібліотека ХНУ ім. В.Н.Каразіна.
3. ХДНБ ім. В.Г. Короленка (Харків, пров. Короленка 18)
4. Харківський ЦНТЕІ (Харків, просп. Гагаріна, 4)
5. Електронні підручники з математичного програмування [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://www.is.svitonline.com/vcg/matersals.html#mathprog.
6. Optimization Methods and Software. – Режим доступу: https://www.tandfonline.com/toc/goms20/current