Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Кафедра комп'ютерної фізики

"ЗАТВЕРДЖУЮ"

Проректор з науково-педагогічної роботи

Антон ПАНТЕЛЕЙМОНОВ

30 червня 2021 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

2021 / 2022 навчальний рік

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

"30" червня 2021 року, протокол №6-2/21

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:
Стрельнікова Олена Олександрівна, д.т.н., професор кафедри комп'ютерної фізики

Програму схвалено на засіданні кафедри комп'ютерної фізики

Протокол від "25" червня 2021 року № 6/21

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 "30" червня 2021 року № 6/21

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

_____ Ольга ЛІСІНА

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Методи оптимізації» складена відповідно до освітньо – наукової програми підготовки магістра «Комп'ютерна фізика» другого (магістерського) рівня вищої освіти

спеціальності 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	
0 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. ПРН1. Використовувати знання в галузі прикладної фізики, математики, електроніки та інформаційних технологій для виконання наукових досліджень та розв’язання виробничих задач.
2. ПРН3. Обговорювати та знаходити прогресивні та інноваційні рішення проблем і завдань при виконанні науково-технічних та виробничих проектів.
3. ПРН7. Фундаментально розуміти та знати принципів наукової роботи та наукового методу, включаючи етичні та суспільні обмеження та можливості.

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	
		у тому числі		у тому числі

	усього	л	п	лаб	інд	с.р.	усього	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.	15	3	3			9						
Методи виключення інтервалів. Алгоритм пошуку початкового інтервалу невизначеності. Пасивний пошук, стратегія та алгоритм. Методи послідовного пошуку. Метод дихотомії.	15	3	3			9						
Трьохточковий метод поділу відрізку навпіл. Методи з однократним обчислюванням функції.Метод золотого перерізу. Метод чисел Фібоначчі	15	3	3			9						
Метод квадратичної апроксимації Пауелла	15	3	3			9						
Метод Ньютона і його модифікації: метод Ньютона із змінним шагом (Ньютона-Рафсона), метод січних. Порівняльні характеристики методів.	15	3	3			9						
Тема 2. Методи розв'язання задач лінійного програмування (ЗЛП)												
Постановка задач лінійного програмування. Основні моделі задач.	15	3	3			9						
Різні форми представлення задач лінійного програмування: стандартна і канонічна. Перехід від однієї форми до іншої.	14	3	3			8						
Разом за Розділом 1	104	21	21			62						
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	12	2	2			8						
Класифікація чисельних методів безумовної мінімізації функцій багатьох змінних.	14	3	3			8						

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.												
Тема 4: Задачі на екстремум в умовах обмежень												
Метод деформованого многогранника (Нелдера-Міда)	14	3	3			8						
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.	6	3	3									
Разом за Розділом 2	46	11	11			24						
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	20
2	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
3	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	10
4	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
5	Розробити алгоритм та створити програмний коді 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
6	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
7	Створити програмний код для розв'язання задачі: Паливо в баках ракетоносіїв 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	16
	Разом	86

6. Індивідуальні завдання

Не передбачено навчальним планом

7. 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

8. Методи контролю

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

9. Схема нарахування балів

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання								Залікова робота	Сума
Розділ 1		Розділ 2			Контрольна робота, передбачена навчальним планом	Індивідуальне завдання	Разом		
Т1	Т2	Т3	Т4	Т5	Кр1				
10	10	10	10	10	10		60	40	100

Т1, Т2 ... – теми розділів.

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 1-7 такі критерії (4 бали)

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

За кожне завдання контрольної роботи (4 бали)

Наявність відповіді 1 бал
Коректність викладок 1 бал
Коректність програмного коду 2 бали

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. Моисеев Н.Н., Иванилов Ю.П., Столярова Е.М. Методы оптимизации.-М.: Наука, 1978.
2. Васильев Ф.П. Лекции по методам решения экстремальных задач.-М: МГУ, 1974.
3. Химмельблау Д. Прикладное нелинейное программирование.- М: Мир, 1975.
4. Пшеничный Б.Н., Данилин Ю.М. Численные методы в экстремальных задачах. - М.: Наука, 1975.
5. Полак Э. Численные методы оптимизации. -М.: Мир, 1974.
6 Юдин Д.Б., Гольштейн Е.Г. Линейное программирование. -М.: Наука, 1963.
7 Хедли Дж. Нелинейное и динамическое программирование. М.: Мир, 1967.
8 Капустин В.Ф. Практические занятия по курсу математического программирования. Л., Из-во Ленингр. ун-та, 1976.
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 Матряшин Н.П., Макеева В.К. Математическое программирование. - «Вища школа», Харьков, 1974.
11 Федоров В.В. Численные методы максимина.- М.: Наука, 1979.- 278 с.
12 Штойер Р. Многокритериальная оптимизация: теория, вычисления, приложения. М.:Наука, 1982
13 Хоменюк В.В. Элементы теории многокритериальной оптимизации. М.: Наука, 1983
14 Герасимов Е.Н. Многокритериальная оптимизация конструкций. Киев ; Донецк : Выща шк., 1985
15 Балакришнан, А. В. Введение в теорию оптимизации в гильбертовом пространстве. М. : Мир, 1974

Допоміжна література

1.Дьяконов В.П., Абраменкова И.В., Mathcad 7 в математике,физике и в Internet. - М.: Нолидж, 1999.
2.Плисс А.Н., Сливина Н.А. Mathcad: математический практикум. - М.: Финансы и статистика, 1999.
3.Д. Каханер, К. Моулер, С.Неш. Численные методы и программное обеспечение. – М.:Мир, 2001. – 575с.

.Б.И. Волков. Математический практикум для физиков. М.: Изд-во МГУ, 1981. – 104 с.

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)