

Міністерство освіти і науки України  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА

дисципліни «Методи багатокритеріальної та мінімаксної оптимізації»

Підготовки магістрів

За спеціальністю 8.05010103- Системне проектування

Напряму підготовки 6.050101 – Комп'ютерні науки

РОЗГЛЯНУТО

На засіданні кафедри «Системи і процеси управління»

Протокол № 14

від «24» 06 2015р

Завідуючий кафедрою

проф. Бреславський Д.В.

(вчене звання, прізвище, ініціали)

ЗАТВЕРДЖЕНО

Вченою радою факультету

інженерно-фізичного

Протокол № 9

від «30» 06 2015 р

Декан факультету

проф. Конкін В.М.

(вчене звання, прізвище, ініціали)



Харків, 2015

## 1. ПЕРЕДМОВА.

Методи багатокритеріальної та мінімаксної оптимізації є спеціальна навчальна дисципліна, в якій вивчаються загальна теорія і спеціальні методи відшукування оптимальних рішень при аналізі математичних моделей динамічних об'єктів. Оволодіння цими знаннями є необхідним елементом освіти сучасного фахівця в галузях, пов'язаних зі створенням нової, конкурентоспроможної техніки.

**1.1. Предмет дисципліни.** Спеціальні чисельні методи розв'язання задач оптимізації математичних моделей, які базуються на сучасних підходах до оптимізації і спрямовані на одержання конкретного кінцевого результату – є предмет дисципліни, що вивчається. Фундаментальність дисципліни визначається тим, що вона цілком базується на математичній теорії і сама є певним її розвитком у напрямі прикладного застосування.

**Наукові і методичні основи дисципліни «Методи багатокритеріальної та мінімаксної оптимізації».** Методи багатокритеріальної та мінімаксної оптимізації науковою основою мають фундаментальні роботи визнаних вітчизняних та закордонних вчених в галузі отримання оптимальних рішень задач мінімізації функції однієї змінної, лінійного та нелінійного програмування.

В основу викладання дисципліни покладена методика, спрямована на активне засвоєння знань та придбання практичних навичок розв'язання конкретних задач оптимізації математичних моделей динамічних систем. Вона орієнтована на активізацію самостійної та індивідуальної роботи студентів, прояв творчих схильностей, наукової ініціативи та синтетично-орієнтованого підходу до вирішення поставлених завдань.

**Мета викладання і завдання дисципліни** – підвищення спеціальної математичної культури, засвоєння майбутніми фахівцями знань, умінь, навичок та сучасних комп'ютерних технологій, необхідних для створення ефективних систем системного проектування інформаційного забезпечення технічних та технологічних об'єктів.

**1.2. Вивчення дисципліни за навчальною програмою дозволить студентам:**

- 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 синтезу систем управління, 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;
- сформувати потребу до самостійного оновлення знань.

У разі вивчення дисципліни студент матиме можливість:

ЗНАТИ загальні підходи та спеціальні методи розв'язання задач оптимізації.

ВМІТИ застосовувати набуті знання та навички при практичній професійній діяльності.

ОЗНАЙОМИТИСЬ з сучасними задачами оптимізації в техніці 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.

**1.3. Організаційно-методичні вказівки.** Для вивчення дисципліни «Методи багатокритеріальної та мінімаксної оптимізації» застосовуються такі види учбових занять: лекції, лабораторні заняття, письмові контрольні роботи, модульні контрольні роботи, індивідуальні консультації.

**На лекціях** має викладатися основна частина теоретичного матеріалу та розглядатися окремі типові приклади. Доцільно якомога частіше підкреслювати синтетичний характер дисципліни, встановлюючи зв'язок з попередніми курсами, проводити проблемні та оглядові лекції, на яких викладати загальні питання отримання оптимальних рішень при аналізі математичних моделей складних динамічних систем. Частина матеріалу слід виносити на самостійне вивчення. Це насамперед стосується конкретних задач оптимізації в технічних системах, а також оволодіння навичок використання стандартних комп'ютерних пакетів при розв'язанні виникаючих задач. На лекціях необхідно використовувати технічні засоби, наочні матеріали, активні методи навчання за методиками діалогу з аудиторією, мозкової атаки, які стимулюють творчу діяльність студентів.

**На лабораторних заняттях** створюються навички творчого застосування знань та вмінь, які отримані на лекціях. Обов'язково використовується робота на ПЕОМ. Організація лабораторного практикуму базується на індивідуально – групових методах при виконанні завдань лабораторних робіт.

**Система контролю якості навчання студентів.** Система контролю оцінки знань студентів складається з поточних самостійних робіт та модульних контрольних робіт, звітуванні про лабораторні роботи та іспиту наприкінці семестру.

**1.4. Організація самостійної роботи студентів.** Для самостійної роботи відводиться майже половина навчального часу, який заплановано для вивчення дисципліни. На самостійну роботу виносяться для ознайомлення деякі теоретичні питання, що не охоплюються лекціями, також на самостійну проробку виносяться розв'язання кола практичних задач для більш поглибленого засвоєння курсу і підготовка до лабораторних робіт. Звітність по самостійній роботі проводиться у формі опитування. Самостійна робота студентів не обмежується тільки завданнями викладача. Розв'язання практичних завдань, аналіз їх результатів також передбачають значний об'єм самостійної творчої роботи студента.

**1.5. Загальний обсяг годин на вивчення дисциплін та їх розподіл на аудиторні заняття і самостійну роботу студентів.** Загальний обсяг годин для дисципліни складається з вимог типових програм, стандартів СТБУЗ-ХПІ-1.00-2006

«Система стандартів з організації навчального процесу. Основні положення», СТБУЗ-ХПІ-2.04-2003. Лекції., СТБУЗ-ХПІ-2.05-2003. Лабораторні заняття, із методичних рекомендацій з організації контролю якості навчального процесу у вищих навчальних закладах Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України.

Розподіл на аудиторні заняття та самостійну роботу студентів складає:

всього 180 годин, з них:

48 годин лекцій;

32 годин лабораторних робіт;

100 години самостійної роботи.

## 2. ЗМІСТ ДИСЦИПЛІНИ

### **Тема 1: Методи мінімізації функцій однієї змінної**

Значення оптимізації в науці та техніці. 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 відрізка 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.

Різні форми представлення задач лінійного програмування: стандартна і канонічна.

Перехід від однієї форми до іншої.

Геометрична інтерпретація ЗЛП у просторі змінних.

Властивості задач лінійного програмування. Опуклість множини припустимих рішень.

Існування базисних припустимих рішень.

Найпростіший алгоритм рішення задачі лінійного програмування.

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

Вибір початкового припустимого базисного рішення. Двухфазний симплекс-метод.

M-метод.

Виродженість. Лексикографічне правило.

Транспортна задача. Лінійна транспортна задача. Відшукання початкового рішення.

Метод потенціалів.

### **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 найшвидшого спуску і з дробленням шагу. Збіжність градієнтних методів з дробленням шагу.

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

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 паралельного підпростору. Партан-метод найшвидшого спуску.

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

Метод спряжених напрямків Пауела.

Метод спряжених напрямків Пауела.

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.

**Тема 4: Методи нелінійного програмування при наявності обмежень.**

Постановка задачі багатокритеріальної оптимізації. Множина Парето.

Метод вагових множників. Метод епсілон-обмежень

Метод справедливого компромісу. Метод послідовних поступок.

### **ЗАКЛЮЧНА ЛЕКЦІЯ**

Шляхи розвитку методів оптимізації.

Розподіл навчального часу за розділами, темами та видами навчальних занять

Розділи, теми	Види занять					Залік	Іспит
	Всього	Лекції	Практич.	Лабораторн	Контрольн		
<b>10 семестр</b>	<b>80</b>	<b>48</b>		<b>32</b>	+		+
Тема 1	12	6		6	+		
Тема 2	18	14		4	+		
Тема 3	38	20		18	+		
Тема 4	12	8		4			

### 3. Перелік рекомендованих лабораторних і контрольних робіт.

Семестр	Номер та назва лабораторної (контрольної) роботи	Кількість годин
10	<b>Лабораторні роботи.</b>	
	1. Метод золотого перерізу. Метод чисел Фібоначчі.	2
	2. Метод Пауелла.	2
	3. Метод Ньютона та метод січних.	2
	4. Розв'язання ЗЛП М-методом	4
	5. Мінімізація функції градієнтними методами із змінною метрикою (сферичною, кубічною, октаедричною)	2
	6. Мінімізація функції методом спряжених градієнтів (Флетчера - Рівса).	2
	7. Мінімізація функції методом спряжених напрямків Пауела.	2
	8. Мінімізація функції методом Хука-Дживса.	2
	9. Мінімізація функції методом деформованого многогранника (Нелдера-Міда).	4
	10. Мінімізація функції методом зовнішніх штрафних функцій.	4
	11. Використання методу множників та методу епсілон-обмежень	2
	12. Використання методу справедливого компромісу та методу послідовних поступок.	2
	<b>Контрольні роботи.</b>	
	1. Методи одновимірної оптимізації	2
	2. Розв'язання задач лінійного програмування	2
	3. Методи нелінійного програмування	2
	4. Методи багатокритеріальної оптимізації	2

#### 4. Інформаційно-методичне забезпечення

1.	Моисеев Н.Н., Иванчиков 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.	Реклейтис Г. и др. Оптимизация в технике. - М: Мир, 1986.
6.	Калихман И.Л. Сборник задач по линейной алгебре и программированию. М., Высш. школа, 1969.
7.	Карманов В.Г. Математическое программирование. -М.:Наука, 1975.
8.	Методические указания к лабораторно-практическому занятию "Изучение методов минимизации функций одной переменной" (Сост.В.Б.Успенский, Ю.А.Фролов)
9.	Полак Э. Численные методы оптимизации. -М.: Мир, 1974.
10	Юдин Д.Б., Гольштейн Е.Г. Линейное программирование. -М.: Наука, 1963.
11	Хедли Дж. Нелинейное и динамическое программирование. М.: Мир, 1967.
12	Капустин В.Ф. Практические занятия по курсу математического программирования. Л., Из-во Ленингр. ун-та, 1976.
13	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
14	Матрешин Н.П., Макеева В.К. Математическое программирование. - «Вища школа», Харьков, 1974.
15	Федоров В.В. Численные методы максимина.- М.: Наука, 1979.- 278 с.
16	Штойер Р. Многокритериальная оптимизация: теория, вычисления, приложения. М.:Наука, 1982
17	Хоменюк В.В. Элементы теории многокритериальной оптимизации. М.: Наука, 1983
18	Герасимов Е.Н. Многокритериальная оптимизация конструкций. Киев ; Донецк : Выща шк., 1985
19	Миротин, Л. Б. Эффективная логистика. М. : Экзамен, 2002.
20	Раскин, Л. Г. Математическое программирование. Х. : НТУ "ХПИ", 2002
21	Аввакумов, В. Г. Методы нескальной оптимизации и их приложения. К. : Выща шк., 1990
22	Анциферов, Е. Г. Методы оптимизации и их приложения Ч.1. Математическое программирование. Новосибирск : Наука, 1990
23	Балакришнан, А. В. Введение в теорию оптимизации в гильбертовом пространстве. М. : Мир, 1974

## 5. Структурно-логічна схема вивчення дисципліни

*Міждисциплінарні зв'язки з іншими дисциплінами.* Викладання «Методів багатокритеріальної та мінімаксної оптимізації» базується, насамперед, на наступних дисциплінах: вища математика та її спец. розділи; чисельні методи; програмування. Знання, уміння та навички, здобуті при вивченні цієї дисципліни використовуються при виконанні випускної кваліфікаційної роботи бакалавра, а також при наступному здобутті фахового рівня освіти.

Дисципліна викладається за послідовною схемою, але з постійним звертанням до матеріалу, який вивчався у межах попередніх дисциплін. Розглянуті теми з дидактичної точки зору складають знання одного рівня, тобто послідовність їх вивчення можна змінювати без ушкодження щодо змісту і методіки викладання. Во вступі та заключній лекції дисципліни приводиться структура курсу та його місце у загальній сукупності професійних знань.