

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра прикладної математики

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

В.о. декана факультету  
математики і інформатики

СВІТІ МЕНЯЙЛОВ

“17” серпня 2025 р.



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**Задачі і алгоритми оптимізації**

рівень вищої освіти магістр

галузь знань F Інформаційні технології

спеціальність F1 Прикладна математика

освітня програма «Прикладна математика»

спеціалізація

вид дисципліни обов'язкова

факультет математики і інформатики

2025 / 2026 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження вченою радою факультету математики і інформатики

“26” серпня 2025 року, протокол № 10

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

*Ігнатович Світлана Юріївна*, доктор фіз.-мат. наук, доцент, професор ЗВО кафедри прикладної математики.

Програму схвалено на засіданні кафедри прикладної математики  
Протокол від “26” серпня 2025 року № 13

Завідувач кафедри прикладної математики



Валерій КОРОБОВ

Програму погоджено з гарантом освітньо-професійної програми

Гарант освітньо-професійної програми «Прикладна математика»



Олексій ПІВЕНЬ

Програму погоджено з гарантом освітньо-наукової програми

Гарант освітньо-наукової програми «Прикладна математика»



Світлана ІГНАТОВИЧ

Програму погоджено науково-методичною комісією факультету математики і інформатики

Протокол від “26” серпня 2025 року № 1

Голова науково-методичної комісії факультету математики і інформатики



Євген МЕНЯЙЛОВ

## ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «**Задачі і алгоритми оптимізації**» складена відповідно до освітньо-професійної і освітньо-наукової програм підготовки магістра спеціальності F1 Прикладна математика.

### 1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Метою викладання навчальної дисципліни є надання студентам теоретичних знань та практичних навичок з методів і алгоритмів розв'язання задач оптимізації.

1.2. Основні завдання вивчення дисципліни: надання теоретичних знань та формування практичних навичок з аналітичними і чисельними методами розв'язання задач оптимізації; ознайомлення з різними постановками оптимізаційних задач; формування здатності застосовувати методи оптимізації до розв'язання деяких задач з аналізу даних.

1.3. Кількість кредитів 6

1.4. Загальна кількість годин\* 180

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
Обов'язкова	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
1-й	
Семестр	
1-й	
Лекції	
32 год.	
Практичні, семінарські заняття	
32 год.	
Лабораторні заняття	
Самостійна робота	
116 год.	
у тому числі індивідуальні завдання	

*\* у разі формування малочисельних груп обсяг аудиторного навчального навантаження, відведеного на вивчення навчальної дисципліни, зменшується відповідно до Положення про планування й звітування науково-педагогічних працівників Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна.*

1.6. Перелік компетентностей, що формує дана дисципліна.

Інтегральна та загальні компетентності:

ІК01. Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми у професійної діяльності з прикладної математики та/або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.

ЗК01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК03. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК05. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

Фахові компетентності:

ФК01. Знання та розуміння фундаментальних методів аналізу, алгебри, диференціальних рівнянь тощо та здатність використовувати їх у теоретичних дослідженнях та при розв'язанні конкретних прикладних задач.

ФК02. Уявлення про прикладні задачі, які можуть бути досліджені за допомогою сучасних математичних методів, здатність до розуміння методів побудови і якісного і кількісного аналізу математичних моделей природних, техногенних, економічних та соціальних об'єктів та процесів.

ФК03. Здатність скористатися існуючими програмними засобами для проведення обчислень, пошуку інформації, оформлення результатів роботи тощо.

ФК04. Здатність аналізувати, вдосконалювати і створювати нові математичні моделі систем і процесів, аналізувати межі застосовності моделей.

ФК06. Здатність удосконалити існуючі і розробити нові алгоритми для дослідження та розв'язання різноманітних задач, що виникають при математичному моделюванні та аналізі даних.

### 1.7. Перелік результатів навчання, що формує дана дисципліна.

РН01. Демонструвати знання й розуміння основних концепцій, принципів, теорій прикладної математики і уміти використовувати їх для розв'язання конкретних задач.

РН02. Уміти формалізувати прикладні задачі, формулювати їх математичну постановку, обирати раціональний метод їх розв'язання, оцінювати адекватність отриманих результатів, аналізувати їх взаємозв'язок з раніше відомими результатами і їх практичну значимість.

РН03. Демонструвати знання й розуміння загальних принципів побудови математичних теорій, уміти формулювати та доводити математичні твердження, аналізувати можливість узагальнень, наводити приклади.

РН04. Володіти методами розробки, якісного та кількісного аналізу математичних моделей об'єктів та процесів, дослідження і використання цих моделей.

РН06. Вміти застосовувати сучасні технології програмування та розроблення програмного забезпечення для розв'язання прикладних задач, у тому числі для проведення чисельних експериментів.

### 1.8. Пререквізити: *курс математичного аналізу на попередніх рівнях освіти.*

## 2. Тематичний план навчальної дисципліни.

*Тема 1. Одновимірна оптимізація.*

Екстремум функції одної змінної. Необхідні і достатні умови екстремуму для диференційованих функцій. Опуклі функції, необхідні і достатні умови екстремуму для опуклих функцій. Унімодальні функції. Метод золотого перерізу, метод квадратичної інтерполяції, метод Ньютона.

*Тема 2. Безумовна багатовимірна оптимізація.*

Екстремум функції багатьох змінних. Необхідні і достатні умови екстремуму для диференційованих функцій. Методи спуску, умови Вульфа. Метод спряжених градієнтів. Метод Хука-Дживса.

*Тема 3. Умовна оптимізація.*

Задача з обмеженнями-рівностями: метод множників Лагранжа: необхідні і достатні умови екстремуму для диференційованих функцій. Задача з обмеженнями-нерівностями: метод множників Лагранжа: необхідні умови екстремуму для диференційованих функцій. Множники Лагранжа в прикладних задачах: аналіз чутливості. Методи штрафних і бар'єрних функцій.

*Тема 4. Лінійно-квадратична задача.*

Задача оптимізації з квадратичною функцією і лінійними обмеженнями. Існування екстремуму. Метод активних обмежень.

*Тема 5. Задача опуклого програмування.*

Опуклі множини і функції, їх властивості. Опукла задача з обмеженнями-нерівностями і задача з обмеженнями-рівностями і нерівностями. Метод множників Лагранжа: теорема Каруша-Куна-Таккера. Теорема про сідлову точку функції Лагранжа, теорія двоїстості для опуклих задач.

*Тема 6. Метод опорних векторів (SVM).*

Задача класифікації. Метод опорних векторів: пряма і двоїста задача. Лінійно нероздільні класи: регуляризація, kernel trick.

### 3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин (денна форма)					
	Усього	л	п	лаб	інд	ср
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>
Тема 1. Одновимірна оптимізація	34	6	6			22
Тема 2. Безумовна багатовимірна оптимізація	34	6	6			22
Тема 3. Умовна оптимізація	34	6	6			22
<i>Контрольна робота</i>	4		2			2
Тема 4. Лінійно-квадратична задача	20	6	2			12
Тема 5. Задача опуклого програмування	34	4	6			24
Тема 6. Метод опорних векторів (SVM)	20	4	4			12
<b>Усього годин</b>	<b>180</b>	<b>32</b>	<b>32</b>			<b>116</b>

### 4. Теми практичних занять

№	Назва теми	Кількість
---	------------	-----------

з/п		годин
1	Одновимірною оптимізація, необхідні і достатні умови екстремуму.	2
2	Метод золотого перерізу.	2
3	Метод квадратичної інтерполяції, метод Ньютона	2
4	Багатовимірною оптимізація, необхідні і достатні умови екстремуму.	2
5	Метод градієнтного спуску та інші методи спуску.	2
6	Метод Вульфа.	2
7	Метод Хука-Дживса.	2
8	Множники Лагранжа для задачі з обмеженнями-нерівностями: аналіз чутливості.	2
9	Методи штрафних і бар'єрних функцій.	2
10	<i>Контрольна робота</i>	2
11	Лінійно-квадратична задача, метод активних обмежень.	2
12	Опуклі множини і функції.	2
13	Сідлова точка функції Лагранжа, двоїста задача, приклади.	4
14	Метод опорних векторів для лінійно роздільних множин.	2
15	Регуляризація, kernel trick.	2
	<b>Разом</b>	<b>32</b>

### 5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин
1	Виконання домашніх завдань з тем 1-6, робота з конспектом і додатковою літературою.	100
2	Підготовка до контрольної роботи, підготовка до екзамену.	16
	<b>Разом</b>	<b>116</b>

### 6. Індивідуальні завдання

*Не передбачено*

### 7. Методи навчання.

Методи навчання: частково-пошуковий, проблемний, пояснювально-ілюстративний (лекції), репродуктивний (практичні заняття). Студенти опановують частину теоретичного матеріалу шляхом самостійного ознайомлення з літературою, розв'язання задач і написання комп'ютерних програм.

### 8. Методи контролю.

1. Перевірка виконання домашніх завдань, поточне опитування за лекційним матеріалом.
2. Перевірка контрольної роботи.
3. Перевірка екзаменаційної роботи.

### 9. Схема нарахування балів

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання	
--	--

Поточний контроль	Контрольна робота	Разом	Екзамен	Сума
T1–T6				
45	15	60	40	100

Мінімальна кількість балів з навчальної дисципліни, яку здобувач вищої освіти повинен набрати під час поточного контролю і самостійної роботи для допуску до складання підсумкового контролю (екзамену), не передбачена.

### Критерії оцінювання навчальних досягнень:

*Поточний контроль:* бали нараховуються за виконання домашніх завдань і активність під час практичних занять.

*Зміст контрольної роботи:* студенту пропонуються практичні задачі з використання методу множників Лагранжа. Робота оцінюється у 0-15 балів у залежності від правильності розв'язання і змістовності пояснень.

*Екзаменаційна робота* передбачає письмову відповідь на два питання зі списку, який надається студентам. Питання включають теоретичний і практичний матеріал, який вивчався протягом семестру. Питання ставляться як проблемні. До кожного питання обов'язково наводити пояснювальні приклади. Максимальна оцінка за роботу – 40 балів. Відповідь на кожне питання оцінюється у 0-20 балів у залежності від її змістовності.

### Шкала оцінювання: чотирирівнева

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка
90 – 100	відмінно
70 – 89	добре
50 – 69	задовільно
1 – 49	незадовільно

## 10.Рекомендована література

### Основна література

1. А. Т. Яровий, Є. М. Страхів, О. Б. Васильєв. Методи оптимізації : навч. посіб. для здобувачів першого (бакалавр.) рівня вищ. освіти спец. 111 Математика, 113 Прикладна математика, 123 Комп'ютерна інженерія. – Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, 2025. – 152 с.  
<https://dspace.onu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/88f6334d-d09f-4bf1-88cf-760f72162583/content>
2. M.J. Kochenderfer, T.A. Wheeler. Algorithms for Optimization. – Massachusetts Institute of Technology, 2025. – 621 p.  
<https://algorithmsbook.com/optimization/files/optimization.pdf>
3. B. Gartner, N. He, M. Jaggi. Optimization for Data Science. Lecture Notes, 2023. Режим доступу:  
[https://n.ethz.ch/~jiaxie/graduate\\_projs/notes\\_eth.pdf](https://n.ethz.ch/~jiaxie/graduate_projs/notes_eth.pdf)
4. Scientific Python Lectures, 2025 ed.  
<https://lectures.scientific-python.org/>

### Допоміжна література

1. В. П. Северин, О. М. Нікуліна. Методи та алгоритми одновимірної оптимізації : навч. посібник. – Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". – Харків : НТУ "ХПІ", 2025. – 115 с.  
<https://repository.kpi.kharkov.ua/server/api/core/bitstreams/52c52fd4-ca1e-4da7-8029-62a0439169f9/content?trackerId=ac696a241a8bfff5>
2. В. П. Северин, О. М. Нікуліна. Методи та алгоритми багатовимірної безумовної оптимізації : навч. посібник. – Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". –Харків : НТУ "ХПІ", 2023. – 160 с.  
<https://repository.kpi.kharkov.ua/server/api/core/bitstreams/fea6002b-d9e5-4757-ba49-3f4edf2f3c45/content?trackerId=ac696a241a8bfff5>
3. М. Hladik. Discrete and Continuous Optimization. – Textbook, 2022. – 68 p.  
[https://kam.mff.cuni.cz/~hladik/DSO/text\\_dso\\_en.pdf](https://kam.mff.cuni.cz/~hladik/DSO/text_dso_en.pdf)
4. М. Hardt, В. Recht, Patterns, predictions, and actions. A story about machine learning. – 309 p.  
<https://arxiv.org/pdf/2102.05242>
5. В. Recht, S.J. Wright. Optimization for Modern Data Analysis. Режим доступу:  
[https://people.eecs.berkeley.edu/~brecht/opt4ml\\_book/](https://people.eecs.berkeley.edu/~brecht/opt4ml_book/)