ІНСТИТУТ КІБЕРНЕТИКИ
ІМЕНІ В.М. ГЛУШКОВА НАН УКРАЇНИ

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Директор Інституту кібернетики
імені В.М. Глушкова НАН України
академік НАН України

_____ Іван СЕРГІЄНКО

«04» вересня 2025 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
МЕТОДИ ЕЛІПСОЇДІВ ТА r-АЛГОРИТМИ
(ДВА. 3.2.3)

для здобувачів освітньо-наукового рівня «доктор філософії»

галузь знань	**F «Інформаційні технології»**
спеціальність	**F1 «Прикладна математика»**
освітній рівень	**третій (освітньо-науковий)**
освітньо-наукова програма	**«Прикладна математика»**
вид дисциплін	**обов'язкова**

Форма навчання	**денна / заочна**
Навчальний рік	**2025/2026**
Рік навчання	2
Кількість кредитів ECTS	2
Мова викладання, навчання та оцінювання	**українська**
Форма заключного контролю	**іспит**

Викладач: Стецюк Петро Іванович, чл.-кор. НАН України, д.ф.-м.н.

Пролонговано Вченою радою Інституту кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України

Навчальні роки пролонгації	Учений секретар вченої ради	Підпис	№ протоколу	Дата протоколу
20____/20____ р.	_____	_____	_____	_____
20____/20____ р.	_____	_____	_____	_____
20____/20____ р.	_____	_____	_____	_____

КИЇВ – 2025

© Стецюк П.І. 2025 рік

РОЗРОБНИК:
Завідувач відділу методів негладкої оптимізації,
член-кореспондент НАН України, д.ф.-м.н., проф.

_____ **Стецюк Петро Іванович**

Робочу програму розглянуто та схвалено на засіданні відділу чисельних методів та комп'ютерного моделювання

Протокол від «19» 09 2025 року № 9

Завідувач відділу
академік НАН України, д.ф.-м.н., _____ **Олександр ХІМІЧ**
(підпис)

Робочу програму ухвалено науково-методичною радою

Протокол від «22» вересня 2025 року № 2

Голова науково-методичної ради
академік НАН України _____ **Іван СЕРГІЄНКО**
(підпис)

Робочу програму затверджено Вченою радою Інституту кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України

Протокол від «29» вересня 2025 року № 15

Учений секретар _____ **Анатолій КУЛЯС**
(підпис)

Робочу програму погоджено з гарантом освітньої програми F1 «Прикладна математика»

«29» вересня 2025 року

Гарант освітньої програми
доктор фізико-математичних наук _____ **Василь ГОРБАЧУК**
(підпис)

© Стецюк П.І. 2025 рік

1. Мета дисципліни: вивчення та застосування субградієнтних методів мінімізації опуклих функцій, зокрема, методів з розтягом простору, розроблених в Інституті кібернетики; особливостей їх програмної реалізації; використання для розв'язування модельних прикладних задач.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:

1. *Знати*: теоретичні основи дисциплін «Дослідження операцій», «Лінійна алгебра», «Математичний аналіз», «Функціональний аналіз».
2. *Вміти*: розв'язувати задачі з базових університетських дисциплін математичних факультетів, зокрема задачі з курсу «Дослідження операцій».

3. Анотація навчальної дисципліни:

Дисципліна «Методи еліпсоїдів та r-алгоритми» належить до переліку дисциплін вільного вибору аспіранта. Вона забезпечує аспіранта сучасним інструментарієм для проведення досліджень в області прикладної оптимізації. Завдання курсу – навчитися самостійно розробляти та досліджувати задачі негладкої оптимізації та субградієнтні методи з розтягом простору для розв'язання модельних прикладних задач.

4. Завдання (навчальні цілі): набуття знань, умінь та навичок (компетентностей) на рівні новітніх досягнень у області сучасних оптимізаційних алгоритмів, відповідно до науково-освітньої кваліфікації «Доктор філософії». Зокрема, розвивати здатність генерувати та реалізовувати нові конкурентоздатні ідеї в галузі субградієнтних методів з перетворенням простору, здатність критично переосмислювати наявні методи та відстежувати тенденції їх розвитку.

5. Результати навчання за дисципліною:

Результат навчання (РН) **(1. знати; 2. вміти; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність)**		**Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання**	**Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за необхідності)**	**Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни**
Код	**Результат навчання**			
РН 1.1	Знати основні відомості з теорії опуклих функцій та множин	*Лекції*	*Екзамен, усні відповіді*	*10%*
РН 1.2	Знати основні субградієнтні методи розв'язання задач опуклого програмування			*20%*
РН 1.3	Знати субградієнтні методи з перетворенням простору та їх сучасні ефективні модифікації			*10%*
РН 2.1	Вміти перевіряти різні властивості опуклих функцій та множин	*Лекції, самостійна робота*	*Екзамен, усні відповіді*	*10%*
РН 2.2	Вміти розв'язувати задачі опуклого програмування за допомогою субградієнтних методів		*Екзамен, виконання завдань, винесених на самостійну роботу*	*20%*
РН 2.3	Вміти правильно підбирати параметри для субградієнтних методів або його модифікацій для ефективного розв'язання задач опуклого програмування та мінімізації яружних функцій			*10%*
РН3.1	Обґрунтовувати власний погляд на задачу та вміти доносити свою думку до інших	*Лекції*	*Екзамен, усні відповіді*	*5%*
РН4.1	Високий ступінь самостійності, послідовність та мобільність у розвитку нових ідей або процесів у передових контекстах професійної та наукової діяльності.	*Самостійна робота*	*Виконання завдань, винесених на самостійну роботу*	*5%*
РН4.2	Відповідально ставитися до виконуваних робіт, нести відповідальність за їх якість			*10%*

© Стецюк П.І. 2025 рік

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Результати навчання дисципліни / Програмні результати навчання	РН 1.1	РН 1.2	РН 1.3	РН 2.1	РН 2.2	РН 2.3	РН 3.1	РН 4.1	РН 4.2
(з опису освітньої програми)									
ПРН-2. Знати та аналізувати сучасні передові концептуальні та методологічні розробки в галузі науково-дослідницької діяльності і на межі предметних галузей знань.		+	+		+	+			
ПРН-5. Знати, розуміти і застосовувати математичні концепції, методи системного аналізу і математичного моделювання.	+	+			+	+			
ПРН-9. Уміти формулювати наукову проблему з огляду на ціннісні орієнтири сучасного суспільства та стан її наукової розробки.	+				+	+	+	+	+
ПРН-10. Уміти формулювати робочі гіпотези досліджуваної проблеми, які мають розширювати і поглиблювати стан наукових досліджень в прикладній математиці та математичному моделюванні.	+	+		+	+		+	+	
ПРН-11. Уміти аналізувати, цілеспрямовано шукати і вибирати необхідні для рішення професійних наукових задач науково-технічні ресурси і джерела знань з урахуванням сучасних досягнень науки і техніки.	+			+			+	+	+
ПРН-13. Уміти використовувати та удосконалювати методи прикладної математики на основі впровадження інтелектуальних інформаційних технологій.	+	+	+	+		+			

7. Схема формування оцінки.

7.1. Форми оцінювання здобувачів освітньо-наукового ступеня:

– **оцінювання впродовж навчального періоду**:

1. *Активна робота на лекції, усні відповіді:* РН 1.1, РН 1.2, РН 1.3, РН 2.1, РН 3.1 – 20 балів;
2. *Виконання завдань, винесених на самостійну роботу:* РН 2.2, РН 2.3, РН 4.1, РН 4.2 – 40 балів.

– **підсумкове оцінювання**: екзамен.

- *максимальна кількість балів, які можуть бути отримані:* 40 балів;
- *результати навчання, які будуть оцінюватись:* РН 1.1, РН 1.2, РН 1.3, РН 2.1, РН 2.2, РН 2.3, РН 3.1.
- *форма проведення і види завдань:* письмова робота з подальшим обговоренням.

Для здобувачів освітньо-наукового ступеня, які набрали сумарно меншу кількість балів, ніж *критично-розрахунковий мінімум – 20 балів* для одержання іспиту, за рішенням відділу не допустити до складання іспиту.

Рекомендований мінімум – 36 балів.

© Стецюк П.І. 2025 рік

7.2. Організація оцінювання:

У частину 1 входять теми 1-3, у частину 2 – теми 4-6, у частину 3 – теми 7-9. Обов'язковим є виконання завдань, винесених на самостійну роботу.

Терміни проведення форм оцінювання:

1. Активна робота на лекції, усні відповіді: протягом навчального періоду;

2. Виконання завдань, винесених на самостійну роботу: протягом навчального періоду.

7.3. Шкала відповідності оцінок

Відмінно / Excellent	90-100
Добре / Good	75-89
Задовільно / Satisfactory	60-74
Незадовільно / Fail	0-59

8. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ. ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ І ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

№	Назва лекції	Кількість годин		
		Лекції	Практичні	Самостійна робота
	Частина 1. „Елементи опуклого аналізу".			
1	**Тема 1. Опуклі множини.** *Самостійна робота:* опрацювання матеріалів лекції в джерелах [3,4,5].	2		4
2	**Тема 2. Опуклі функції та поняття субградієнту.** *Самостійна робота:* опрацювання матеріалів лекції в джерелах [2,3,4,5].	2		4
3	**Тема 3. Загальні умови оптимальності.** *Самостійна робота:* опрацювання матеріалів лекції в джерелах [3,4,5].	2		4
	Частина 2. „Субградієнтні методи оптимізації з розтягом простору".			
4	**Тема 4. Узагальнений градієнтний спуск. Оператор розтягу простору.** *Самостійна робота:* опрацювання матеріалів лекції в джерелах [1,2,7].	2		4
5	**Тема 5. Метод еліпсоїдів та його модифікації.** *Самостійна робота:* опрацювання матеріалів лекції в джерелах [6,7,10].	2		4
6	**Тема 6. r-алгоритм та його модифікації.** *Самостійна робота:* опрацювання матеріалів лекції в джерелах [7,8,9,10].	2		4
	Частина 3. „Субградієнтний метод Поляка та перетворення простору"			
7	**Тема 7. Субградієнтний метод Поляка.** *Самостійна робота:* опрацювання матеріалів лекції в джерелах [6,7,9].	2		5
8	**Тема 8. Субградієнтний метод Поляка та перетворення простору.** *Самостійна робота:* опрацювання матеріалів лекції в джерелах [7,9].	2		5

© Стецюк П.І. 2025 рік

9	**Тема 9. Алгоритм amsg2p. Зв'язок з методом еліпсоїдів.** *Самостійна робота:* опрацювання матеріалів лекції в джерелах [7,9].	2		6
ВСЬОГО		18		40

Загальний обсяг *60 годин*, в тому числі:
Лекцій – **18** *годин*,
Консультації – **2** *години,*
Самостійна робота – **40** *годин***.**

9. Рекомендовані джерела

Основні:

1. Clason C., Valkonen T. Introduction to Nonsmooth Analysis and Optimization. arXiv:2001.00216. 2024. 474 p.
2. Стецюк П.І., Донець Г.П., Ненахов Е.І. та ін. Субградієнтні алгоритми та задачі на комбінаторних конфігураціях. За загал. ред. П.І. Стецюка. Київ: Унів. вид-во ПУЛЬСАРИ, 2019. 235 с.
3. Стецюк П.І., М.Ю. Григорак, В.О. Стовба та ін. Методи негладкої оптимізації в прикладних задачах. Київ: ЛАЗУРИТ ПОЛІГРАФ, 2023. 382 с.
4. Stetsyuk P.I. Theory and Software Implementations of Shor's r-Algorithms. Cybern Syst Anal. 2017. Vol. 53. P. 692–703.
5. Bagirov A., Karmitsa N., Mäkelä M.M. Introduction to Nonsmooth Optimization. Theory, Practice and Software. Springer International Publishing, Switzerland. 2014. 377 p.
6. Моклячук М.П. Основи опуклого аналізу. Київ: «ТВіМС», 2004. 240 с.
7. Lan G. First-Order and Stochastic Optimization Methods for Machine Learning. Springer Nature Switzerland AG. 2020. 591 p.

Додаткові:

1. Shor N.Z. Minimization Methods for Non-Differentiable Functions. Berlin: Springer-Verlag, 1985. 178 p.
2. https://incyb.kiev.ua/storage/editor/files/stetsyuk-2014.pdf
3. Sergienko I.V., Stetsyuk P.I. On N. Z. Shor's three scientific ideas. Cybern Syst Anal. 2012. Vol. 48. P. 2–16.
4. Polyak B.T. Introduction to Optimization. Optimization Software, Inc., Publications Division, New York. 1987. 264 p.

© Стецюк П.І. 2025 рік