ІНСТИТУТ КІБЕРНЕТИКИ
ІМЕНІ В.М.ГЛУШКОВА НАН УКРАЇНИ

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

_____ І.В. Сергієнко

«09» 09 _____2025 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
Моделі та методи стохастичної оптимізації
(ДВА.3.2.4)
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 дисципліни	**вибіркова**

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

Викладач: **Горбачук Василь Михайлович**, д.ф.-м.н., професор

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

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

КИЇВ – 2025

©ГорбачукВ.М.2025 рік

РОЗРОБНИК:
Завідувач відділу
д.ф.-м.н., професор

_____ **Горбачук Василь Михайлович**

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

Протокол від "19" вересня 2025 року № 9

Завідувач відділу
академік НАН України, д.ф.-м.н. _____ **О.М. Хіміч**
(підпис)

Робочу програму ухвалено науково-методичною радою

Протокол від "22" вересня 2025 року № 2

Голова науково-методичної ради
академік НАН України _____ **І.В. Сергієнко**
(підпис)

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

Протокол від "29" вересня 2025 року № 15

Учений секретар_____ **А.І. Куляс**
(підпис)

Робочу програму погоджено з гарантом освітньої програми F1 Прикладна математика
"29" вересня 2025 року

Гарант освітньої програми
доктор фізико-математичних наук _____ **В.М. Горбачук**
(підпис)

©ГорбачукВ.М.2025 рік

1. Мета дисципліни − сформувати навички і вміння моделювання невизначеності у математичних постановках прикладних проблем, врахування змін невизначеності у процесах прийняття рішень і розв'язання відповідних задач. Для цього необхідні загальні поняття стохастичного програмування і способи економічної інтерпретації, розуміння типів невизначеностей, усвідомлення часу й місця рішень, знання властивостей альтернативних математичних постановок задач і методів їх розв'язання.

2. Попереднівимогидоопануванняабовиборунавчальної дисципліни:

1. *Знати*:математичнийаналіз,теоріюймовірностей,статистику,нелінійнепрограмування, дискретну оптимізацію, доступні засоби прикладного програмного забезпечення, дослідження операцій, англійську мову.
2. *Вміти*: знаходити джерела даних для вирішення актуальних прикладних проблем, будувати й аналізувати часові ряди, верифікувати і генерувати дані, розуміти методики вимірювання еколого-економічних показників.

3. Анотаціянавчальноїдисципіни:

Дисципліна «Моделі та методи стохастичної оптимізації» належить до переліку дисциплін вільного вибору. Вона забезпечує професійний розвиток, спрямована на формування концептуальних та методологічних знань у галузі прикладної математики

інформаційнихтехнологій,вміннякритичноаналізувати,оцінюватиісинтезувати новіта комплексні ідеї, ставити та виділяти нові задачі в області аналізу й синтезу інформаційних процесів та систем різної природи, вміння будувати та здійснювати раціональний вибір оптимальних підходів до вирішення конкретної задачі на основі різних критеріїв. В рамках дисципліни вивчаються основні принци та методи побудови і аналізу інформаційних технологій для різних класів прикладних задач побудови систем людино-комп'ютерної взаємодії.

4. Завдання (навчальні цілі): набуття знань, умінь та навичок (компетентностей) на рівні новітніх досягнень у області розробки інформаційних технологій, відповідно науково-освітньої кваліфікації «Доктор філософії». Зокрема, розвивати: здатність розвивати й реалізовувати нові конкурентоздатні ідеї в галузі інформаційних технологій, здатність критично переосмислювати наявні інформаційні технології та відстежувати тенденції їх розвитку.

5. Результатинавчанняза дисципліною:

Результатнавчання(РН) **(1. знати; 2. вміти; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність)**		**Форми(та/або методи і технології) викладання і навчання**	**Методиоцінюваннята пороговий критерій оцінювання (за необхідності)**	**Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни**
Код	**Результатнавчання**			
РН1.1	Знатиосновніпідходидоствореннята використанняінформаційнихтехнологійв різних предметних областях	*Лекція, практичне заняття*	*Екзамен, активна роботаналекції,усні відповіі*	*20%*
РН1.2	Знатиосновніпідходидомовотворення,його основні елементи, граматику, синтаксис, семантикутощо			
РН1.3	Знати основні методи комп'ютерного моделюваннятаобробкирізнихголосовихта візуальнихпроцесів			*20%*
РН1.4	Знатиметодианалізу,синтезута розпізнаванняінформації			
РН2.1	Вміти виділяти та будувати структури даних для обробки голосової та візуальної інформації	*Лекція, практичне заняття, самостійна робота*	*Екзамен, захист проекту, виконання завдань,винесенихна самостійну роботу*	*20%*

©ГорбачукВ.М.2025 рік

РН2.2	Вмітивиділятипевніхарактеристичніознакив голосовихсигналахтанаобличчілюдинита будувати алгоритми їх використання			*20%*
РН2.3	Вмітизастосовуватиалгоритмічніінструменти класифікації та кластеризації інформації як ефективнузагальнуметодологіюрозпізнавання образів та створення інформаційних технологій	*Практичне заняття, самостійна робота*	*Захистпроекту*	*5%*
РН3.1	Обґрунтовувати власний погляд на задачу, спілкуватися з колегами з питань проектування та розробкиформаційнихтехнологій,складати письмовізвіти			*5%*
РН4.1	Демонстрація авторитетності, інноваційність, високий ступінь самостійності, академічна та професійнадоброчесність,послідовнавідданість розвитку нових ідей або процесів у передових контекстах професійної та наукової діяльності.			*5%*
РН4.2	Відповідальноставитисядовиконуванихробіт, нестивідповідальністьзаїхякість			*5%*

6. Співвідношеннярезультатівнавчаннядисципліниізпрограмнимирезультатами навчання

Результати навчання дисципліни / **Програмнірезультати навчання**	**РН 1.1**	**РН 1.2**	**РН 1.3**	**РН 1.4**	**РН 2.1**	**РН 2.2**	**РН 2.3**	**РН 3.1**	**РН 4.1**	**РН 4.2**
(зописуосвітньоїпрограми)										
ПРН-2.Знати та аналізувати сучасні передові концептуальнітаметодологічнірозробкивгалузі науково-дослідницької діяльності і на межі предметнихгалузейзнань.	+	+	+	+	+	+	+			
ПРН-5.Знати,розумітиізастосовуватиматематичні концепції, методи системного аналізу і математичного моделювання.	+		+	+	+	+	+			
ПРН-6. Вміти формулювати, експериментально підтверджувати,обґрунтовуватиізастосовуватина практиці нові конкурентоздатні ідеї, методи, технології розв’язку професійних, науково-технічнихзадач,втомучислінестандартних.			+	+	+	+	+	+		
ПРН-8.Уміти ініціювати, організовувати та проводитикомплекснідослідженнявгалузінауково-дослідницької та інноваційної діяльності, які приводятьдоотриманняновихзнань.				+	+	+	+	+	+	+
ПРН-10. Уміти формулювати робочі гіпотези досліджуваноїпроблеми,якімаютьрозширюватиі поглиблювати стан наукових досліджень в прикладній математиці та математичному моделюванні.	+	+	+	+	+					
ПРН-13.Умітивикористовуватитаудосконалювати методи прикладної математики на основі впровадження інтелектуальних інформаційних технологій.			+	+	+	+	+	+		

©ГорбачукВ.М.2025 рік

ПРН-17. Володіти іноземною мовою на рівні, достатньому для презентації наукових результатів в усній та письмовій формах, розуміння фахових наукових та професійних текстів, вміння та навики спілкуватисявіншомовномунауковомусередовищі.		+						+	+	+

7. Схемаформуванняоцінки.

Формиоцінюваннязадобувачівосвітньо-науковогоступеня:

- оцінюваннявпродовжнавчального періоду:

*1. Активнароботаналекції,уснівідповіді:*РН1.1,РН1.2,РН1.3,РН1.4–10балів/6балів;

*2. Виконаннязавдань,винесенихнасамостійну роботу:*РН2.1,РН2.2 –20балів/12балів;

*3. Захистпроекту:*РН2.1,РН2.2,РН3.1,РН4.1,РН4.2–30балів/18 балів;

- підсумковеоцінювання:екзамен.

- *максимальнакількістьбалівякіможутьбутиотримані:*40балів;
- *результатинавчанняякібудутьоцінюватись:*РН1.1,РН1.2,РН1.3,РН1.4;
- *формапроведенняівидизавдань:*письмова робота.

Для здобувачів освітньо-наукового ступеня, які набрали сумарно меншу кількість балів ніж *критично-розрахунковиймінімум–20балів*дляодержанняіспитузарішеннямкафедринедопустити доскладанняіспитуізрекомендацієюзахиститипроектдоповторногоскладанняіспиту.

Рекомендованиймінімум–36балів.

Організація оцінювання:

Обов’язковимєвиконаннязавдань,винесенихнасамостійнуроботу,тапроектузаграфіком робочоїпрограми.

Участину1входятьтеми1-3,участину2–теми4–6участину3–теми7–9.Обов’язковим дляекзаменуєвиконанняпроектудовказаноївикладачемдати,передпочаткомекзаменаційноїсесії, згіднонавчальногоплану.

Терміни проведенняформоцінювання:

*1. Активнароботаналекції,уснівідповіді:*протягомнавчального періоду;

*2. Виконаннязавдань,винесенихнасамостійнуроботу:*протягомнавчальногоперіоду;

3. Захистпроекту:до9тижнянавчального періоду.

Увипадкувідсутностізповажнихпричинвідпрацюваннятаперездачіпроектуздійснюються увідповідностідо„Положенняпроорганізаціюосвітньогопроцесуу Київськомунаціональному університетіименіТарасаШевченка”.

Шкалавідповідностіоцінок

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

©ГорбачукВ.М.2025 рік

8. СТРУКТУРАНАВЧАЛЬНОЇДИСЦИПЛІНИ.ТЕМАТИЧНИЙПЛАНЛЕКЦІЙІ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

№	Назвалекції	Кількістьгодин		
		Лекції	Практичні	Самостійна робота
Частина1.„Моделістохастичноїоптимізації”				
1	**Тема1.** Вступ і приклади. Задачі сільськогосподарського землекористування, постачання новин, фінансового планування та управління, розширення енергопотужностей, проектування якості виробництва, транспортування мережею. *Самостійна робота:* Обгрунтувати ранжування зазначених питань до проблематики своєї дисертаційноїроботи.Ранжуватив правиі1−11,1−4, 1−3,1−3,1−2,1−8підрозділів1.1,1.2,1.3,1.4,1.5, 1.6 відповідно [1] до задач своєї дисертаційної роботи.	2		4
2	**Тема 2.**Питання невизначеності та моделювання. Етапи рішень. Двоетапна задача з фіксованою рекурсією. Ухилення від ризику. Неявна форма рішеннядругогоетапу.Детерміністичніеквіваленти. Альтернативні й робастні постановки стохастичних задач. Взвємозв'язок з іншими моделями прийняття рішень. *Самостійна робота:* Обгрунтувати ранжування зазначених питань до проблематики своєї дисертаційноїроботи.Ранжуватив правиі1−5,1−6, 1−3 підрозділів 2.8, 2.9, 2.10 відповідно [1] до задач своєї дисертаційної роботи. Оновити попередні ранжування.	2		4
Частина2.„Властивостімоделейстохастичноїоптимізації”				
3	**Тема 3.** Базові властивості моделей стохастичної оптимізації. Задачі двоетапного стохастичного програмуваннязфіксованоюрекурсією.Імовірнісні та випадкові обмеження. Задачі стохастичного цілочисельного програмування. Задачі багатоетапного стохастичного програмування з фіксованою рекурсією. Задачі стохастичного нелінійного програмування. *Самостійна робота:* Обгрунтувати ранжування зазначених питань до проблематики своєї дисертаційної роботи. Ранжувати вправи 1−13, 1−10,1−6,1−4,1−6підрозділів3.1,3.2,3.3,3.4,3.5 відповідно [1] до задач своєї дисертаційної роботи. Оновити попередні ранжування.	2		4
4	**Тема 4.** Сподівана цінність досконалої інформації. Вартість стохастичного розв'язку. Основні нерівності, взаємозв'язки та обмеження для цінностей і вартостей. *Самостійнаробота:*Обгрунтуватиранжування	2		4

©ГорбачукВ.М.2025 рік

	зазначених питань до проблематики своєї дисертаційної роботи. Ранжувати вправи 1−7 підрозділу4.6[1]дозадачсвоєїдисертаційної роботи.Оновитипопередніранжування.			
Частина3.„Методирозв'язаннязадачстохастичноїоптимізації"				
5	**Тема 5.** Двоетапні задачі з рекурсією. Метод L-форм (лінеарізованих форм). Регуляризована декомпозиція. Кусково-квадратична форма для методів L-форм. Блочність та її аналоги. Методи внутрішньої точки і внутрішньої лінеарізації. Мережева рекурсія. Лагранжіан задачі стохастичного програмування. Складність алгоритмів. *Самостійна робота:* Обгрунтувати ранжування зазначених питань до проблематики своєї дисертаційної роботи. Ранжувати вправи 1−6,1−5, 1−3,1,1−8,1−4,1−8,1−6підрозділів5.1,5.2,5.3, 5.4, 5.5, 5.6, 5.7, 5.8 відповідно [1] до задач своєї дисертаційної роботи. Оновити попередні ранжування.	2		4
6	**Тема 6.** Багатоетапні задачі стохастичного програмування.Вбудованіпроцедуридекомпозиції. Квадратична вбудована декомпозиція. Блочна сепарабельність. Функції Лагранжа. Задачі стохастичного цілочисельного програмування. Зведення до лінійного програмування (LP-релаксація). Булеві змінні першого етапу та цілочисельні змінні другого етапу. Труднощі зведення стохастичних задач до альтернативних. Проста цілочисельна рекурсія. Відсікання розгалужень на другому етапі. *Самостійна робота:* Обгрунтувати ранжування зазначених питань до проблематики своєї дисертаційноїроботи.Ранжуватив правиі1−9,1, 1−2,1−2,1−5,1−2,1−3,1−2,1−2,1підрозділів6.1, 6.2,6.3,6.4,7.2,7.3,7.4,7.5,7.6,7.7відповідно[1] до задач своєї дисертаційної роботи. Оновити попередні ранжування.	2		6
Частина4.„Методиапроксимаційтавипадкових вибірок"				
7	**Тема 7.** Оцінювання та наближення математичних сподівань. Прямі розв'язки через кратне інтегрування. Наближення через дискретні обмежування. Границі в задачах з випадковими обмеженнями. Узагальнені границі. Загальні воастивості збіжності. *Самостійна робота:* Обгрунтувати ранжування зазначених питань до проблематики своєї дисертаційноїроботи.Ранжуватив правиі1−4,1−3, 1−3,1−7,1−13,1−3підрозділів8.1,8.2,8.3,8.4,8.5, 8.6 відповідно [1] до задач своєї дисертаційної роботи. Оновити попередні ранжування.			4

©ГорбачукВ.М.2025 рік

	Проєкт з написаннятез доповіді англійською мовоюзатемамипитаньівправзнайвищими ранжуваннями.			
8	**Тема 8.** Методи Монте-Карло. Наближення вибірковим середнім і побудова ранжованих вибірок у методі L-форм. Стохастична декомпозиція. Стохастичні квазіградієнтні методи. Методи побудови вибірок для імовірнісних обмежень і квантилів. Загальні результати для наближень вибірковим середнім і побудова послідовних вибірок. *Самостійнаробота:*Ранжуватиправи1−3,1−4, 1−4,1−8,1−5підрозділів9.1,9.2,9.3,9.4,9.5 відповідно [1] до задач своєї дисертаційної роботи. Оновити попередні ранжування. Проєкт з написання тез доповіді англійськоюмовою за темами питань і вправ з найвищими ранжуваннями.			4
9	**Тема 9.** Багатоетапні наближення. Узагальнення нерівностей Дженсена та Едмундсона−Мадански. Границі,основанінаагрегації.Генераціясценаріївi підбір розподілів. Методи багатоетапної побудови вибірок і декомпозиції. Наближене динамічне програмування. *Самостійнаробота:*Ранжуватиправи1−2,1−5, 1−5,1−2,1−12підрозділів10.1,10.2,10.3,10.4,10.5 відповідно [1] до задач своєї дисертаційної роботи. Оновити попередні ранжування. Проєкт з написання тез доповіді англійськоюмовою за темами питань і вправ з найвищими ранжуваннями.			6
ВСЬОГО		18		40

Загальнийобсяг*60 годин*,втомучислі:
Лекцій – **18** *годин*,
Консультації-**2***години,*
Самостійнаробота–**40** *годин***.**

9. Рекомендованіджерела

Основні:

1. BirgeJ.R.,LouveauxF.Introductiontostochasticprogramming.2-ndedition.Springer,2011.485p.
2. ЕрмольевЮ.М.Методыстохастическогопрограммирования.М.:Наука,1976.240с.
3. ЕрмольевЮ.М.,ЯстремскийА.И.Стохастическиемоделииметодывэкономическомпланировании. М.: Наука, 1979. 253 с.

Додаткові:

4. Ермольев Ю.М., Ляшко И.И., Михалевич В.С., Тюптя В.И. Математические методы исследования операций. К.: Вища школа, 1979. 312 с.
5. ГупалА.И.Стохастичекиеметодырешениянегладкихэкстремальныхзадач.К.:Наук.думка, 1979. 150 с.
6. Нурминский Е.А. Численные методы решения детерминированных и стохастических минимаксных задач. К.: Наук. думка, 1979. 176 с.

©ГорбачукВ.М.2025 рік

7. Каниовский Ю.М., Кнопов П.С., Некрылова З.В. Предельные теоремы для процессов стохастического программирования. К.: Наук. думка, 1980. 156 с.
8. Урясьев С.П. Адаптивные алгоритмы стохастической оптимизации и теории игр. М.: Наука, 1990. 184 с.
9. Гупал А.М., Сергиенко И. В. Оптимальные процедуры распознавания. К.: Наук. думка, 2008. 232с.
10. Горбачук В.М. Методи індустріальної організації. Кейси та вправи. Економіка та організація виробництва. Економічна кібернетика. Економіка підприємства. К.: А.С.К., 2010. 224 с
11. ГупалА.М.,СергиенкоИ.В.СимметриявДНК.К.:Наук.думка,2016.227с.
12. https://iiasa.ac.at/web/home/resources/publications/Publications.en.html

©ГорбачукВ.М.2025 рік