

Міністерство освіти і науки України  
Національний аерокосмічний університет  
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра «Вищої математики та системного аналізу» (№ 405)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Голова НМК 2

  
(підпис)

Юнна ЩЕРБАКОВА

(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

« 29 » \_\_\_\_\_ серпня \_\_\_\_\_ 2025 р.

**СИЛАБУС ОBOB'ЯЗКОВОЇ  
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Моделі і методи нечіткої логіки

(назва навчальної дисципліни)

**Галузі знань:** 12 «Інформаційні технології»

(шифр і найменування галузі знань)

**Спеціальності:** 124 «Системний аналіз та наука про дані»

(код і найменування спеціальності)

**Освітні програми:** «Системний аналіз і управління»

(найменування освітньої програми)

**Рівень вищої освіти:** перший (бакалаврський)

**Силабус введено в дію з 01.09.2025 року**

**Харків – 2025 р.**

Розробник: Прохорова О.М., доцент кафедри вищої математики та системного аналізу, кандидат фізико-математичних наук, доцент  
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь і вчене звання)   
(підпис)

Силабус навчальної дисципліни розглянуто на засіданні кафедри вищої математики та системного аналізу (№ 405)  
(назва кафедри)

Протокол № 12 від "30" червня 2025 р.

Завідувач кафедри к.ф.-м.н., доцент  Ніна САВЧЕНКО  
(науковий ступінь та вчене звання) (підпис) (ініціали та прізвище)

Погоджено з представником здобувачів освіти:

студент гр. 453  Володимир ТИТАРЕНКО  
(підпис) (ім'я та прізвище)

## 1. Загальна інформація про викладача



ПІБ: Прохорова Ольга Михайлівна

Посада: доцент кафедри вищої математики та системного аналізу

Науковий ступінь: кандидат фізико-математичних наук

Вчене звання: доцент

Перелік дисциплін, які викладає:

Вища математика; Математичний аналіз теорія ймовірностей та математична статистика; Диференціальні рівняння;

Моделі і методи нечіткої логіки

Напрями наукових досліджень:

системний аналіз, історичні аспекти розв'язання прикладних математичних задач.

Контактна інформація:

[o.prokhorova@khai.edu](mailto:o.prokhorova@khai.edu)

## 2. Опис навчальної дисципліни

Форма здобуття освіти	Денна
Семестр	VIII
Мова викладання	Українська
Тип дисципліни	Обов'язкова
Обсяг дисципліни: кредити ЄКТС/ кількість годин	5 кредитів ЄКТС/150 годин (66 аудиторних, з яких: лекції – 30, практичні – 36, СРЗ – 84)
Види навчальної діяльності	Лекції, практичні, самостійна робота
Види контролю	Поточний контроль, модульний контроль, семестровий контроль – іспит
Пререквізити	Алгебра, геометрія, математичний аналіз, функціональний аналіз, математичне програмування
Кореквізити	Багатокритеріальна оптимізація, програмування, нечітке моделювання та оптимізація складних систем та процесів
Постреквізити	Нейромережі, штучний інтелект

### **3. Мета та завдання навчальної дисципліни, переліки компетентностей та очікуваних результатів навчання**

**Мета вивчення** – освоєння сучасних методів управління складними процесами й системами на основі нечіткої логіки; навчитися правильно користуватися математичним апаратом; визначати межу можливого використання математичних моделей.

**Завдання** вивчення дисципліни:

- вивчення основних положень теорії нечітких множин;
- дослідження систем нечіткого та нейро-нечіткого логічного висновку;
- вивчення методів управління складними процесами й системами на основі нечіткої логіки.

**Компетентності, які набуваються:**

- здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми системного аналізу у професійній діяльності або в процесі навчання, що передбачають застосування теоретичних положень та методів системного аналізу та інформаційних технологій і характеризується комплексністю та невизначеністю умов;
- здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;
- здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;
- знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності;
- здатність спілкуватися державною мовою усно і письмово;
- здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел;
- здатність генерувати нові ідеї (креативність);
- здатність формалізувати проблеми, описані природною мовою, у тому числі за допомогою математичних методів, застосовувати загальні підходи до математичного моделювання конкретних процесів;
- здатність представляти математичні аргументи і висновки з них з якістю і точністю і в таких формах, які підходять для аудиторії як усно так і в письмовій формі;
- здатність розробляти експериментальні та спостережувальні дослідження та аналізувати дані, отримані в них;
- здатність узагальнювати досвід пошуку рішень в умовах невизначеності та ризику, надавати практичні рекомендації для прийняття рішень;
- здатність до розробки методів дослідження, принципів оцінювання їх ефективності для прийняття й реалізації управлінського рішення на основі нечітких відносин переваг, а також заходів щодо вдосконалення діяльності осіб, що приймають рішення;

**Програмні результати навчання:**

1. Знати і вміти застосовувати на практиці диференціальне та інтегральне числення, ряди та інтеграл Фур'є, аналітичну геометрію, лінійну алгебру та векторний аналіз, функціональний аналіз та дискретну математику в обсязі,

необхідному для вирішення типових завдань системного аналізу.

2. Знати основи теорії оптимізації, оптимального керування, теорії прийняття рішень, вміти застосовувати їх на практиці для розв'язування прикладних задач управління і проектування складних систем

3. Володіти сучасними методами розробки програм і програмних комплексів, та прийняття оптимальних рішень щодо складу програмного забезпечення, алгоритмів, процедур і операцій.

4. Вміти створювати ефективні алгоритми для обчислювальних задач системного аналізу та систем підтримки прийняття рішень.

5. Знати й вміти застосовувати на практиці основні методи та математичні основи теорії прийняття рішень на основі нечіткої логіки в обсязі, необхідному для вирішення типових завдань системного аналізу.

6. Знати та вміти застосовувати методи управління складними процесами й системами на основі нечіткої логіки, а також визначати межі можливих застосувань математичних моделей і методів

## 4. Зміст навчальної дисципліни

### Модуль 1. Нечіткі множини й нечіткі відношення та багатокритерійні задачі оптимізації.

#### Змістовий модуль 1. Нечіткі множини й нечіткі відношення

##### Тема 1. Поняття нечіткої множини, їхні властивості, операції над ними

– *Форма занять: лекції, практичні заняття, самостійна робота.*

*Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

Поняття належності. Визначення нечіткої множини та пов'язана з нею термінологія. Операції над нечіткими множинами. Відстань між нечіткими підмножинами. Звичайна підмножина, найближча до нечіткої. Індекс нечіткості. Спеціальні операції над нечіткими множинами.

*Обсяг самостійної роботи здобувачів:*

- Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача.
- Самостійна робота на тему: «Методи побудови функцій належності нечітких множин». Звітність\*.

##### Тема 2. Нечітке відношення, їх властивості, операції над ними

*Форма занять: лекції, практичні заняття, самостійна робота.*

*Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

Нечіткі відношення. Операції над нечіткими відношеннями. Властивості нечітких відношень. Класифікація нечітких відношень.

*Обсяг самостійної роботи здобувачів:*

- Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача.
- Самостійна робота на тему: «Нечіткі числа. Дії над нечіткими числами». Звітність\*.

#### Змістовий модуль 2. Лінгвістична змінна. Нечітке логічне виведення.

##### Тема 3. Відображення нечітких множин.

*Форма занять: лекції, практичні заняття, самостійна робота.*

*Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

Принцип узагальнення. Моделі Мамдані і Такаґи-Сугено.

*Обсяг самостійної роботи здобувачів:*

- Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача.
- Самостійна робота на тему: «Методи порівняння нечітких множин й нечітких чисел». Звітність\*.

**Модульний контроль 1 (за темами змістовних модулів 1 та 2).**

*Форма занять: написання письмової модульної роботи та/або співбесіда в усній формі (за рішенням лектора).*

*Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

*Обсяг самостійної роботи здобувачів – за необхідністю.*

## **Модуль 2. Моделі і методи нечіткої логіки.**

### **Змістовий модуль 3. Прийняття рішень при нечітких вихідних даних**

#### **Тема 4. Задача досягнення нечітко визначеної мети**

*Форма занять: лекції, практичні заняття, самостійна робота.*

*Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

Задача досягнення нечітко визначеної мети (підхід Беллмана-Заде). Нечіткий розв'язок. Прийняття рішень при нечітких відношеннях переваги на множині альтернатив. Нечіткі відношення переваги та їхні властивості. Нечітка підмножина недомінованих альтернатив.

*Обсяг самостійної роботи здобувачів:*

- Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача.
- Самостійна робота на тему: «Функції вибору. Їх класифікація. Функції корисності». Звітність\*.

#### **Тема 5. Задачі нечіткого математичного програмування та їх класифікація**

*Форма занять: лекції, практичні заняття, самостійна робота.*

*Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

Прийняття рішень при нечіткому відношенні. Задачі математичного програмування з нечіткими обмеженнями. Розв'язок, який базується на множинах рівня нечітких множин обмежень,  $\varepsilon$ -оптимальний нечіткий розв'язок. Чітко недоміновані альтернативи та їхні властивості.

*Обсяг самостійної роботи здобувачів:*

- Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача.
- Самостійна робота на тему: «Зведення задач нечіткого математичного програмування до задачі типу Ш. Методи їх розв'язування». Звітність\*.

### **Змістовий модуль 4. Прийняття рішень за наявності кількох відношень переваги на множині альтернатив.**

#### **Тема 6. Прийняття рішень за наявності кількох відношень переваги.**

*Форма занять: лекції, практичні заняття, самостійна робота.*

*Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

Відношення переваги на нечіткій множині альтернатив. Прийняття рішень, коли задано перевагу на множині ознак.

*Обсяг самостійної роботи здобувачів:*

- Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача.
- Самостійна робота на тему: «Розв'язування задачі типу IV нечіткого математичного програмування методом модальних значень». Звітність\*.

### **Модульний контроль 2 (за темами змістовних модулів 3 та 4).**

*Форма занять: написання письмової модульної роботи та/або співбесіда в усній формі (за рішенням лектора).*

*Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

*Обсяг самостійної роботи здобувачів – за необхідністю.*

---

\*Звіт у письмовій формі (реферат) та співбесіда з викладачем на тему звіту/або за результатами неформальної освіти.

## **5. Індивідуальні завдання**

Виконання розрахункової роботи “Застосування моделей і методів нечіткої логіки для розв'язування багатокритерійних задач оптимізації”.

## **6. Методи навчання**

Проведення аудиторних лекцій, практичних занять, індивідуальні консультації (при необхідності), самостійна робота студентів за матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники), проведення олімпіад.

## **7. Методи контролю**

Проведення поточного контролю, письмового модульного контролю, усної здачі індивідуальних робіт, фінальний контроль у вигляді семестрового контролю: іспит (проводиться у разі відмови студента від балів поточного контролю та наявності допуску).

## **8. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти**

Таблиця 8.1 – Розподіл балів, які отримують здобувачі освіти

<b>Складові навчальної роботи</b>	<b>Бали за одне заняття</b>	<b>Кількість занять</b>	<b>Сумарна кількість балів</b>
<b>Модуль 1</b>			
Самостійна робота			0...20
Модульний контроль	0...25	1	0...25
<b>Модуль 2</b>			

Самостійна робота			0...20
Модульний контроль	0...25	2	0...25
Виконання та захист Розрахункової роботи	0...10	1	0..10
<b>Всього за семестр</b>			0...100

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування та за наявності допуску до іспиту. При складанні семестрового іспиту студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для іспиту складається з двох теоретичних та двох практичних завдань. За кожне теоретичне питання та практичне завдання студент може отримати до 20 балів. Максимальна сума всіх балів – 100.

Модульний контроль проводиться на 6 і 12 тижнях на практичних заняттях.

Таблиця 8.2 – Шкали оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційований залік	Залік
90-100	Відмінно	Зараховано
75-89	Добре	
60-74	Задовільно	
0-59	Незадовільно	Не зараховано

### ***Критерії оцінювання роботи здобувача освіти протягом семестру***

**Задовільно (60-74).** Для отримання оцінки здобувач вищої освіти повинен показати мінімум знань та умінь. Вчасно здати та захистити індивідуальне завдання. Мати уяву про нечіткі моделі прийняття рішень. Вміти розв'язувати деякі задачі нечіткого математичного програмування. Відповіді студента розкривають суть питань без достатньої повності та обґрунтування, або у відповідях є неправильне тлумачення окремих понять та неточність у формулюванні відповідних термінів. Оцінка виставляється здобувачу вищої освіти, відповідь якого базується на рівні репродуктивного мислення, коли здобувач освіти не впевнений у відповідях, порушує послідовність викладання матеріалу, слабо пов'язує теорію з практикою.

**Добре (75-89).** Оцінка ставиться, якщо здобувач вищої освіти твердо знає матеріал, вчасно здав та захистив індивідуальне завдання, вільно володіє логіко-понятійним апаратом курсу, може обґрунтувати основні його положення; відповідь здобувача освіти базується на рівні самостійного мислення, коли він знає матеріал, правильно пов'язує теорію з практикою, але допускає незначні помилки. У відповідях студента можуть допускатися окремі помилки не принципового характеру, які не впливають на розкриття суті теоретичних питань. Завдання в цілому виконуються без помилок, але в обґрунтуванні

розв'язання є певні недоліки.

**Відмінно (90-100).** Оцінка ставиться, якщо здобувач вищої освіти має стійкі системні знання з дисципліни, уміє їх обґрунтовувати, узагальнювати та продуктивно їх використовувати на творчому рівні. Здобувач освіти глибоко вивчив матеріал, викладає його логічно, послідовно, чітко, досконало знає всі теми та вміє застосовувати їх. Задачі білету розв'язання правильно та мають пояснення до кожного етапу розв'язання. Здобувач освіти вільно володіє понятійним апаратом, уміє логічно мислити, аналізувати нестандартні ситуації. Вчасно здав та захистив індивідуальне завдання.

Індивідуальне завдання включає виконання та захист розрахункової роботи за темами, зазначеними у назві роботи.

### **Критерії оцінювання результатів самостійної роботи та неформальної освіти здобувача**

Нарахування балів відбувається за публікацією студентом тез доповідей на конференціях, наукових статей, за участь студента у діяльності наукових гуртків, за отримання сертифікатів про проходження навчання на різних освітніх платформах (Coursera, Prometheus тощо). Кількість балів визначається відсотком покриття результатів відповідної активності до вимог результатів навчання з навчальної дисципліни.

## **9. Політика навчального курсу**

### **Дотримання вимог академічної доброчесності:**

- Здобувачі освіти повинні дотримуватися принципів академічної доброчесності, включаючи чесність у виконанні завдань та іспитів.
- Плагіат, шпигунство, фабрикація даних та інші форми академічного несумління заборонені.
- Порухення академічної доброчесності може привести до дисциплінарних стягнень.

### **Вирішення конфліктів:**

- У разі виникнення конфліктів між здобувачами освіти або між здобувачами освіти та викладачем, слід звертатися до встановлених процедур вирішення конфліктів.
- Спочатку рекомендується спробувати вирішити конфлікт шляхом прямого діалогу між сторонами.
- Якщо конфлікт не вдається вирішити на цьому рівні, слід звернутися до адміністрації навчального закладу або до спеціалізованої комісії з вирішення конфліктів.

## 10. Методичне забезпечення

1. Прохорова О. М. Моделі і методи нечіткої логіки: навч. посіб. [Рукопис] Електр. Варіант / О. М. Прохорова, Н. В. Кальчук; Нац. аерокомс. ун-т ім. Н. Є. Жуковського “ХАІ”. – Х., 2021. – 166 с.

НМКД дисципліни знаходиться на освітньому порталі НТБ та в системі дистанційного навчання Ментор.

## 11. Рекомендована література

### Базова

1. Волошин, О. Ф. Моделі та методи прийняття рішень: навч. посіб. для студ. вищих навч. закл. [Текст] / О. Ф. Волошин, С. О. Мащенко; М-во освіти і науки України, Київськ. нац. ун-т. – 2-ге вид., перероб. та допов. – К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2010. – 336 с.
2. Катренко, А. В. Теорія прийняття рішень [Текст] / А. В. Катренко, В. А. Пасічник, В. П. Пасько – Л. : Новий світ – 2009. – 396 с.
3. Прохорова, О. М. Моделі і методи нечіткої логіки: навч. посіб. [Рукопис] / О. М. Прохорова, Н. В. Кальчук; Нац. аерокомс. ун-т ім. Н. Є. Жуковського “ХАІ”. – Х., 2021. – 166 с.
4. Theoretical aspects of fuzzy control / Н. Т. Hguen, М. Sugeno, R.Tong, R. R. Yager – New York, John Wiley & Sons, 1995. – 359 p.

### Допоміжна

1. Савченко, Н. В. Моделювання задач на графах з нечіткими вагами. [Текст]: навчальний посібник/ Н. В. Савченко. – Харків: Нац. аерокомс. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т» «Видавець: О. А. Мірошеїченко, 2024. – 96 с.
2. Sugeno, M. Industrial applications of fuzzy control / M. Sugeno, ed. – North-Holland, Amsterdam, 1985. – 269 p.

## 12. Інформаційні ресурси

Сайт бібліотеки: <https://library.khai.edu>

Пошта кафедри [k405@khai.edu](mailto:k405@khai.edu)