

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ імені ІВАНА ФРАНКА

---

Кафедра \_\_\_\_\_ радіоелектронних  
і комп'ютерних систем \_\_\_\_\_

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Декан факультету \_\_\_\_\_  
доц. Юрій ФУРГАЛА  
“ ” 2022 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

НЕЧІТКІ СИСТЕМИ

(шифр і назва навчальної дисципліни)

спеціальність \_\_\_\_\_ 121 – Інженерія програмного забезпечення \_\_\_\_\_  
(шифр і назва спеціальності)

спеціалізація \_\_\_\_\_  
(назва спеціалізації)

факультет \_\_\_\_\_ електроніки та комп'ютерних технологій \_\_\_\_\_  
(назва інституту, факультету, відділення)

2022 – 2023 навчальний рік

Робоча програма “Нечіткі системи” для студентів

(назва навчальної дисципліни)

галузі знань “12 – Інформаційні технології”

за спеціальністю “121 Інженерія програмного забезпечення”

Розробники: Ігор ОЛЕНИЧ (доктор фізико-математичних наук, професор,  
завідувач кафедри радіоелектронних і комп'ютерних систем)  
 (вказати авторів, їхні посади, наукові ступені та вчені звання)

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри (циклової комісії) \_\_\_\_\_  
радіоелектронних і комп'ютерних систем

Протокол від “ 31 ” 08 2022 року № 1/23

Завідувач кафедри радіоелектронних і комп'ютерних систем  
 \_\_\_\_\_ (Ігор ОЛЕНИЧ)  
 (підпис) (прізвище та ініціали)

Ухвалено Вченою радою факультету електроніки та комп'ютерних технологій

Протокол від “ 31 ” 08 2022 року № 28/22

© Оленич І., 2022 рік

© ЛНУ ім. І. Франка, 2022 рік

### 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів <b>3,5</b>	Галузь знань <u>12 Інформаційні технології</u> (шифр і назва)	ДВВ	
Модулів – <i>немає</i>	Спеціальність: <u>121 Інженерія програмного забезпечення</u>	Рік підготовки	
Змістових модулів – <b>2</b>		<b>3-й</b>	
Індивідуальне науково-дослідне завдання <u>немає</u> (назва)		Семестр	
Загальна кількість годин – <b>105</b>		<b>5-й</b>	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – <b>4</b> самостійної роботи студента – <b>2,5</b>	Освітній ступінь <u>бакалавр</u>	Лекції	
		<b>32 год.</b>	
		Практичні, семінарські	
		<i>немає</i>	
		Лабораторні	
		<b>32 год.</b>	
		Самостійна робота	
		<b>41 год.</b>	
		Індивідуальні завдання:	
<i>немає</i>			
Вид контролю:			
<i>залік</i>			

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить

для денної форми навчання – 1,56

для заочної форми навчання – немає

### 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Метою** вивчення вибіркової дисципліни «Нечіткі системи» є ознайомлення студентів з основами нечіткого моделювання для оволодіння сучасними підходами проектування інформаційних систем та навиками їх застосування.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

**знати:** основні типи і методи побудови функцій належності нечітких множин; типові алгоритми нечіткого логічного висновку; структуру, принципи

реалізації і функціонування систем нечіткої логіки; методи аналізу їх властивостей та інструментальні засоби проектування;

**вміти:** застосовувати, впроваджувати та експлуатувати сучасні інформаційні системи та технології отримання нечіткого логічного висновку (виробничі, підтримки прийняття рішень, інтелектуального аналізу даних) у різних галузях людської діяльності, національної економіки та виробництва в умовах неповної або наближеної інформації.

У результаті вивчення курсу «Нечіткі системи» здобувачі набудуть таких Загальних та Фахових компетентностей та Програмних результатів навчання:

**ЗК1.** Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

**ЗК5.** Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

**ФК25.** Здатність накопичувати, обробляти та систематизувати професійні знання щодо створення і супроводження програмного забезпечення та визнання важливості навчання протягом всього життя.

**ПРН5.** Знати і застосовувати відповідні математичні поняття, методи доменного, системного і об'єктно-орієнтованого аналізу та математичного моделювання для розробки програмного забезпечення.

**ПРН13.** Знати і застосовувати методи розробки алгоритмів, конструювання програмного забезпечення та структур даних і знань.

**ПРН14.** Застосовувати на практиці інструментальні програмні засоби доменного аналізу, проектування, тестування, візуалізації, вимірювань та документування програмного забезпечення.

**ПРН17.** Вміти застосовувати методи компонентної розробки програмного забезпечення.

**ПРН18.** Знати та вміти застосовувати інформаційні технології обробки, зберігання та передачі даних.

**ПРН27.** Вміти обирати оптимальні алгоритми та технології розробки програмного забезпечення для розв'язання задач аналізу та інженерії даних.

### **3. Програма навчальної дисципліни**

#### **Змістовий модуль 1.**

Тема 1. *Вступ до теорії нечітких множин і нечіткої логіки.*

Становлення та розвиток теорії нечітких множин і нечіткої логіки як прикладної наукової методології. Аналіз нечіткого та ймовірнісного підходів до моделювання невизначеностей.

Тема 2. *Основні поняття теорії нечітких множин.*

Визначення нечіткої множини. Основні характеристики нечітких множин. Основні типи функцій приналежності. Прямі та непрямі методи побудови функцій приналежності.

Тема 3. *Операції над нечіткими множинами.*

Рівність і домінування нечітких множин. Операції доповнення, перетинання та об'єднання нечітких множин та їх властивості. Додаткові операції над нечіткими множинами.

#### Тема 4. *Нечіткі відношення.*

Нечітке відношення. Способи визначення нечітких відношень. Основні характеристики нечітких відношень. Бінарні нечіткі відношення. Види бінарних нечітких відношень. Властивості бінарних нечітких відношень.

#### Тема 5. *Операції над нечіткими відношеннями.*

Основні операції над нечіткими відношеннями та їх властивості. Транзитивні нечіткі відношення. Транзитивне замикання. Нечітке відображення.

#### Тема 6. *Нечіткі та лінгвістичні змінні.*

Нечіткі та лінгвістичні змінні. Нечіткі числа, величини та інтервали. Операції над ними. Нечіткі числа та інтервали (L-R)-типу.

### **Змістовий модуль 2.**

#### Тема 7. *Основи нечіткої логіки.*

Нечіткі висловлювання і нечіткого предикату. Основні логічні операції з нечіткими висловлюваннями. Правила нечітких продукцій.

#### Тема 8. *Системи нечіткого висновку.*

Базова архітектура систем нечіткого висновку. Механізми нечіткого висновку. Основні етапи та алгоритми нечіткого висновку. Приклади систем нечіткого висновку.

#### Тема 9. *Мова нечіткого керування FCL.*

Концептуальні основи нечіткого керування. Базова нотація та основні елементи мови нечіткого керування FCL. Узгодженість класів мови FCL.

#### Тема 10. *Нечітке моделювання в середовищі MATLAB.*

Основні прийоми роботи в середовищі MATLAB. Редактор систем нечіткого висновку FIS. Редактори правил та функцій приналежності. Процес розробки системи нечіткого висновку.

#### Тема 11. *Основи нечітких нейронних мереж.*

Загальна характеристика систем нейронечіткого висновку ANFIS. Поняття нейронної мережі та основні способи її завдання. Гібридна мережа як адаптивна система нейронечіткого висновку. Реалізація ANFIS.

#### Тема 12. *Нечітка кластеризація*

Загальна характеристика задач кластерного аналізу. Задача нечіткої кластеризації і алгоритм її розв'язку. Засоби розв'язку задачі нечіткої кластеризації.

#### 4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усьо го	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с. р.		л	п	лаб	інд.	с. р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Змістовий модуль 1.</b>												
Тема 1. <i>Вступ до теорії нечітких множин і нечіткої логіки.</i>		2		2		2,5						
Тема 2. <i>Основні поняття теорії нечітких множин.</i>		4		4		5						
Тема 3. <i>Операції над нечіткими множинами.</i>		2		2		2,5						
Тема 4. <i>Нечіткі відношення.</i>		4		4		5						
Тема 5. <i>Операції над нечіткими відношеннями.</i>		2		2		2,5						
Тема 6. <i>Нечіткі та лінгвістичні змінні.</i>		2		2		2,5						
Разом за змістовим модулем 1		<b>16</b>		<b>16</b>		<b>20</b>						
<b>Змістовий модуль 2.</b>												
Тема 7. <i>Основи нечіткої логіки.</i>		2		2		2,5						
Тема 8. <i>Системи нечіткого висновку.</i>		4		4		5						
Тема 9. <i>Мова нечіткого керування FCL.</i>		2		2		2,5						
Тема 10. <i>Нечітке моделювання в середовищі MATLAB.</i>		2		2		2,5						
Тема 11. <i>Основи нечітких нейронних мереж.</i>		2		2		3,5						
Тема 12. <i>Нечітка кластеризація</i>		4		4		5						
Разом за змістовим модулем 2		<b>16</b>		<b>16</b>		<b>21</b>						
<b>Усього годин</b>		<b>32</b>		<b>32</b>		<b>41</b>						

#### 5. Теми семінарських занять

#### 6. Теми практичних занять

### 7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Побудова функцій приналежності на основі експертної інформації	2
2	Побудова функцій приналежності на основі попарних порівнянь	2
3	Операції над нечіткими множинами	4
4	Композиція нечітких бінарних відношень	2
5	Аналіз ефективності комунікації на основі транзитивного замикання бінарного нечіткого відношення	4
6	Операції над нечіткими числами та інтервалами	2
7	Логічні операції над нечіткими висловлюваннями	2
8	Контролер нечіткої логіки	2
9	Проектування систем типу Сугено	4
10	Проектування систем типу Мамдані в середовищі MATLAB	2
11	Адаптивні системи нейро-нечіткого висновку ANFIS	2
12	Нечітка кластеризація	2
	Разом	<b>32</b>

### 8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вступ до теорії нечітких множин і нечіткої логіки.	2,5
2	Основні поняття теорії нечітких множин.	5
3	Операції над нечіткими множинами.	2,5
4	Нечіткі відношення.	5
5	Операції над нечіткими відношеннями	2,5
6	Нечіткі та лінгвістичні змінні.	2,5
7	Основи нечіткої логіки.	2,5
8	Системи нечіткого висновку.	5
9	Мова нечіткого керування FCL.	2,5
10	Нечітке моделювання в середовищі MATLAB.	2,5
11	Основи нечітких нейронних мереж.	3,5
12	Нечітка кластеризація	5
	Разом	<b>41</b>

### 9. Індивідуальні завдання

### 10. Методи навчання

Презентація, лекції, лабораторні роботи, обговорення, дискусія.

### 11. Методи контролю

Поточний контроль здійснюється шляхом проведення контрольних замірів знань у формі тестів та оцінювання виконання лабораторних робіт. Залік в кінці семестру.

### 12. Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне тестування та самостійна робота											Сума	
Змістовий модуль 1					Змістовий модуль 2						100	
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11		T12
8	10	8	8	8	8	8	10	8	8	8		8

T1, T2 ... T13 – теми змістових модулів.

### Шкала оцінювання: національна та ЄКТС

Оцінка ЄКТС	Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
A	90 – 100	відмінно	зараховано
B	81-89	добре	
C	71-80		
D	61-70		
E	51-60	задовільно	
FX	21-50	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
F	0-20	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

\* кількість балів для оцінок «незадовільно» (FX і F) визначається Вченими радами факультетів (педагогічними радами коледжів).

### 13. Методичне забезпечення

1. Оленич І.Б. Нечітка логіка та нечітке моделювання / І. Оленич. - Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2022. - 210 с.
2. Оленич І.Б. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт з курсу “Нечітка логіка” / І.Б. Оленич. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2017. – 58 с.

### 14. Рекомендована література

#### Основна

1. Оленич І.Б. Нечітка логіка та нечітке моделювання / І. Оленич. - Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2022. - 210 с.
2. Piegat A. Fuzzy Modeling and Control / Andrzej Piegat. – Heidelberg; New York: Physica-Verlag, 2001.
3. Nguyen H. T. A First Course in Fuzzy Logic / H. T. Nguyen, C. Walker, E. A. Walker, 4th edition. – New York: Chapman and Hall/CRC, 2018. – 458 p.

#### Допоміжна

4. Trillas E. Fuzzy Logic: An Introductory Course for Engineering Students / Enric Trillas, Luka Eciolaza. – Springer, 2015. – 204 p.
5. Оленич І.Б. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт з курсу “Нечітка логіка” / І.Б. Оленич. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2017. – 58 с.
6. Dubois D. Possibility Theory, Probability Theory and Multiple-Valued Logics: A Clarification / D. Dubois, H. Prade // Annals of Mathematics and Artificial Intelligence. – 2001. – Vol. 32. – P. 35–66.
7. Сявавко М. Математика прихованих можливостей: навчальний посібник / Мар’ян Сявавко. – Острог: Видавництво Національного університету «Острозька академія», 2011. – 396 с.
8. Ротштейн А.П. Интеллектуальные технологии идентификации: нечеткая логика, генетические алгоритмы, нейронные сети / А. П. Ротштейн. – Винница : УНІВЕРСУМ–Вінниця, 1999. – 320 с.
9. Pezeshki Z. Comparison of artificial neural networks, fuzzy logic and neuro fuzzy for predicting optimization of building thermal consumption: a survey / Z. Pezeshki, S. M. Mazinani // Artificial Intelligence Review. – 2019. – Vol. 52. – P. 495–525.
10. Tashtoush T., Alazzam A., Rodan A. Utilizing fuzzy logic controller in manufacturing facilities design: Machine and operator allocation // Cogent Engineering. – 2020. – Vol. 7. - 1771820.

### 15. Інформаційні ресурси

1. Internet – джерела.
2. Наукова бібліотека Львівського національного університету імені Івана Франка (<https://www.lnulibrary.lviv.ua/to-users-2/paid-services/internet/> ).
3. Львівська національна наукова бібліотека України імені Василя Стефаника (<https://www.lsl.lviv.ua/index.php/uk/elektronni-resursy1/> ).