

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ЕКОНОМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
КАФЕДРА ЕКОНОМІЧНОЇ КІБЕРНЕТИКИ

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Декан економічного факультету

\_\_\_\_\_ А.В. Череп \_\_\_\_\_

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022р.

**Нейро-нечіткі моделі в інтелектуальних системах прийняття рішень**

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

підготовки магістра  
заочної (дистанційної) форм здобуття освіти

спеціальності \_\_\_\_\_  
освітньо-професійна програма 051 «Економіка»  
«Економічна кібернетика», «Економіка та управління ринком землі», «Міжнародна економіка», «Управління персоналом та економіка праці»

**Укладач Очеретін Д.В., к.е.н., доцент, доцент кафедри економічної кібернетики**

Обговорено та ухвалено  
на засіданні кафедри економічної кібернетики  
Протокол № 1 від «29» серпня 2022 р.  
Завідувач кафедри економічної кібернетики

\_\_\_\_\_ Н.К. Максишко

Ухвалено науково-методичною радою  
економічного факультету  
Протокол № 1 від «29» серпня 2022 р.  
Голова науково-методичної ради  
економічного факультету

\_\_\_\_\_ І.І. Колобердянко

Погоджено  
з навчально-методичним відділом

\_\_\_\_\_ (підпис)

\_\_\_\_\_ (ініціали, прізвище)

2022 рік

## 1. Опис навчальної дисципліни

1	2	3	
<b>Галузь знань, спеціальність, освітня програма рівень вищої освіти</b>	<b>Нормативні показники для планування і розподілу дисципліни на змістові модулі</b>	<b>Характеристика навчальної дисципліни</b>	
		очна (денна) форма здобуття освіти	заочна (дистанційна) форма здобуття освіти
<b>Галузь знань 05 – Соціальні та поведінкові науки</b>	Кількість кредитів – 4	Вибіркова	
<b>Спеціальність 051 – Економіка</b>	Загальна кількість годин – 120	<b>Цикл дисциплін професійної підготовки</b>	
<b>Освітньо-професійна програма «Економічна кібернетика»</b>		<b>Семестр:</b>	
	-	3 -й	
	<b>Лекції</b>		
Змістових модулів – 6	-	6	
	<b>Лабораторні</b>		
	-	6	
Рівень вищої освіти: магістерський	Кількість поточних контрольних заходів (заочна форма навчання) – 7	<b>Самостійна робота</b>	
		-	108
		<b>Вид підсумкового семестрового контролю: залік</b>	

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою вивчення дисципліни «Нейро-нечіткі моделі в інтелектуальних системах прийняття рішень» є вивчення студентами основ теорії нечіткої логіки та нейронних мереж, освоєння методів нечіткої логіки та нейромережевого моделювання та надання навичок застосування моделей і методів нейро-нечіткої логіки в розв'язуванні різноманітних практичних задач, які потрібні студентам, що спеціалізуються в галузях прикладної математики, та будуть застосовувати системи штучного інтелекту, системи підтримки прийняття рішень тощо.

Предметом вивчення навчальної дисципліни є моделі і методи нейро-нечіткої логіки.

Основними завданнями вивчення дисципліни «Нейро-нечіткі моделі в інтелектуальних системах прийняття рішень» є: застосування прикладного програмного забезпечення (MS Excel, Matlab, Statistica тощо) для розв'язання задач теорії нейро-нечітких множин, нечіткої логіки та ознайомлення з використанням в задачах прийняття рішень нейромоделей і методів нечіткої логіки.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен набути таких результатів навчання (знання, уміння тощо) та компетентностей:

Заплановані робочою програмою результати навчання та компетентності	Методи і контрольні заходи
1	2
ЗК-07 Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій. СК-06 Здатність застосовувати економіко-математичні методи та моделі для вирішення економічних задач.	Репродуктивні методи (лекція, пояснення, робота з методичними матеріалами). Наочні методи (схеми,

СК-07	Здатність застосовувати комп'ютерні технології та програмне забезпечення з обробки даних для вирішення економічних завдань, аналізу інформації та підготовки аналітичних звітів.	моделі, алгоритми). Дискусійні методи.
ПРН-08	Застосовувати відповідні економіко-математичні методи та моделі для вирішення економічних задач.	Методи контролю і самоконтролю: усний, письмовий. Практичні методи (практичні та контрольні завдання). Контрольні заходи: – практичні завдання; – теоретичне тестування; – залік.
ПРН-12	Застосовувати набуті теоретичні знання для розв'язання практичних завдань та змістовно інтерпретувати отримані результати.	
ПРН-19	Використовувати інформаційні та комунікаційні технології для вирішення соціально-економічних завдань, підготовки та представлення аналітичних звітів.	

### Міждисциплінарні зв'язки

Дисципліна тісно пов'язана з курсом «Математичні основи економіки», у межах якого студенти оволодівають математичним апаратом, який використовується для організації розрахунків та вирішення фінансових задач програмними засобами. А також із курсом «Інформаційні технології в управлінні економічними системами», який формує навички використання, налагодження, впровадження та розробки інформаційних технологій в економіці.

Набуті знання і навички будуть необхідні студентам при використанні нейро-нечіткої логіки для вирішення економічних завдань, написання курсових робіт та у професійній діяльності.

## 3. Програма навчальної дисципліни

**Змістовий модуль 1.** Основні поняття нейро-нечітких моделей.

**Тема 1.** Загальні положення нейро-нечіткого моделювання.

Предмет курсу. Коротка історична довідка. Зміст і порядок проходження дисципліни. Основна і додаткова література. Невизначеність і неточність. Ймовірнісний та нечіткій підхід к моделюванню невизначеності. Стохастична невизначеність. Лінгвістична невизначеність. Лінгвістична невизначеність та нечіткість. Означення нечіткої множини. Основні поняття теорії нечітких множин. Нечітка логіка. Історія розвитку теорії нечіткої логіки. Нечітка логіка в порівнянні з теорією ймовірностей. Нейронні мережі. Класифікація типів нейронних систем. Представлення спеціалізованих середовищ розробки нейронних систем. Будова біологічного та штучного нейронів. Класифікація нейронних мереж та їх властивостей.

**Змістовий модуль 2.** Використання нейро-нечітких моделей в економіці.

**Тема 2.** Апарат штучних нейронних мереж для вирішення економічних задач.

Загальний опис нейронної мережі. Поняття “навчання” нейронної мережі. Етапність навчання нейронної мережі. Підзадачі навчання нейронної мережі. Основні засади нейрокатегоризації. Основні засади нейрокласифікації. Теорія оптимізації нейронних мереж. Теорія навчання нейронних мереж. Формулювання у математичних термінах задачі навчання нейронних мереж.

**Змістовий модуль 3.** Основні принципи фазифікації та дефазифікації економічних показників.

**Тема 3.** Нечітке моделювання як засіб вирішення слабоформалізованих економічних задач. Нечітка множина, нечітка величина, нечітке число, нечітка змінна, лінгвістична змінна. Фазифікація. Рівність і домінування нечітких множин, операції перетину, об'єднання і різниці нечітких множин. Нечіткі оператори. Порівняння дискретних нечітких множин. Дефазифікація нечітких дискретних множин.

#### Змістовий модуль 4. Інтелектуальні системи в економіці.

**Тема 4.** Прогнозування, класифікація та кластеризація економічних систем за допомогою інструментарію нейронних мереж.

Структура та принцип роботи пошукових машин та систем. Закон Зіпфа. Інтелектуальні агенти. Механізм парсингу та індексації. Принципи та алгоритми ранжирування результатів пошуку. Семантичні мережі. Опис даних та стандарти семантичних мереж. Топології багатшарових нейронних мереж.

#### Змістовий модуль 5. Застосування нейронних мереж в економіці.

**Тема 5.** Програмне забезпечення для моделювання нейронних мереж.

Алгоритми навчання мережі. Багатшарові перцептрони. Алгоритм зворотного поширення помилки. Критерії адекватності та оцінки моделей MLP. Використання моделей MLP для вирішення завдань економічної кібернетики (прогнозування, класифікації, кластеризації).

#### Змістовий модуль 6. Застосування нейро-нечітких моделей в управлінні.

**Тема 6.** Прийняття рішень на основі нечіткого моделювання.

Прийняття рішень на основі нечіткого моделювання. Загальна задача кластерного аналізу. Задача нечіткої кластеризації. Алгоритм нечіткої кластеризації. Застосування графічного інтерфейсу для рішення задач нечіткої кластеризації. Приклад рішення задачі нечіткої кластеризації. Нечітка модель оцінювання ефективності функціонування економічної системи.

### 4. Структура навчальної дисципліни

Змістовий модуль	Усього годин	Аудиторні (контактні) години						Самостійна робота, год		Система накопичення балів		
		Усього годин	Лекційні заняття, год		Лабораторні заняття, год		о/д ф.	з/дист ф.	Теор. зав-ня, к-ть балів	Практ. зав-ня, к-ть балів	Усього балів	
			о/д ф.	з/дист ф.	о/д ф.	з/дист ф.						
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	
1	15	2		2				13	5		5	
2	15	2				2		13		10	10	
3	15	2		2				13	10		10	
4	15	2				2		13	5	10	15	
5	15	2				2		13		10	10	
6	15	2		2				13	10		10	
Усього за змістові модулі	90			6		6		78	30	30	60	
Підсумковий семестровий контроль залік	30							30	20	20	40	
Загалом				<b>120</b>						<b>100</b>		

### 5. Темі лекційних занять

№ змістового модуля	Назва теми	Кількість годин
		з/дист ф.
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
1	Загальні положення нейро-нечіткого моделювання.	2
3	Використання нейро-нечітких моделей в економіці.	2
6	Прийняття рішень на основі нечіткого моделювання.	2
Разом		6

## 6. Теми лабораторних занять

№ змістового модуля	Назва теми	Кількість годин
		з/дист ф.
1	2	3
2	Лабораторна робота №1 Апарат штучних нейронних мереж для вирішення економічних задач.	2
4	Лабораторна робота №2 Нечітке моделювання як засіб вирішення слабоформалізованих економічних задач.	2
5	Лабораторна робота №3 Прогнозування, класифікація та кластеризація економічних систем за допомогою інструментарію нейронних мереж.	2
Разом		6

### 7. Види і зміст поточних контрольних заходів \*

№ змістового модуля	Вид поточного контрольного заходу	Зміст поточного контрольного заходу	Критерії оцінювання	Усього балів
1	Усне опитування	Теоретичні питання за темами змістового модулю 1 (розділ 3 робочої програми (РП)).	Викладач задає п'ять питань. Студент отримує 1 бал за правильну відповідь на кожне питання.	<b>5</b>
<b>Усього за ЗМ 1 контр. заходів</b>	<b>1</b>			<b>5</b>
2	Практичне завдання	Лабораторна робота 1 Апарат штучних нейронних мереж для вирішення економічних задач.	Виконання практичної частини лабораторних робіт оцінюється у 10 балів: 1-5 балів – лабораторну роботу виконано з помилками, або виконано та не оформлено звіт; 5-9 балів – лабораторну роботу виконано з незначними помилками та звіт оформлено із зауваженнями; 10 балів – лабораторну роботу виконано без помилок та звіт оформлено згідно з вимогами	<b>10</b>
<b>Усього за ЗМ 2 контр. заходів</b>	<b>1</b>			<b>10</b>
3	Тестування №1	Тестові завдання за навчальним матеріалом змістових модулів 1-3 (розділ 3 РП).	Тестування проводиться в системі Мудл. Тест містить 10 тестових завдань, до кожного завдання подається чотири відповіді, одна з яких є правильною. За правильну відповідь на одне питання студент отримує 1 бал.	<b>10</b>
<b>Усього за ЗМ 3 контр. заходів</b>	<b>1</b>			<b>10</b>
4	Усне опитування	Теоретичні питання за темою змістового модулю 4 (розділ 3 РП).	Викладач задає п'ять питань. Студент отримує 1 бал за правильну відповідь на кожне питання.	<b>5</b>
	Практичне завдання	Лабораторна робота 2 Нечітке моделювання як засіб вирішення слабоформалізованих економічних задач.	Виконання практичної частини лабораторних робіт оцінюється у 10 балів: 1-5 балів – лабораторну роботу виконано з помилками, або виконано та не оформлено звіт; 5-9 балів – лабораторну роботу виконано з незначними помилками та звіт оформлено із зауваженнями; 10 балів – лабораторну роботу виконано без помилок та звіт оформлено згідно з вимогами	<b>10</b>
<b>Усього за ЗМ 4 контр. заходів</b>	<b>2</b>			<b>15</b>
5	Практичне завдання	Лабораторна робота 3 Прогнозування, класифікація та кластеризація економічних систем за допомогою інструментарію нейронних мереж.	Виконання практичної частини лабораторних робіт оцінюється у 10 балів: 1-5 балів – лабораторну роботу виконано з помилками, або виконано та не оформлено звіт; 5-9 балів – лабораторну роботу виконано з незначними помилками та звіт оформлено із зауваженнями; 10 балів – лабораторну роботу виконано без помилок та звіт оформлено згідно з вимогами	<b>10</b>

<b>Усього за ЗМ 5 контр. заходів</b>	<b>1</b>			<b>10</b>
<b>6</b>	Тестування №2	Тестові завдання за навчальним матеріалом змістових модулів 4-6 (розділ 3 РП).	Тестування проводиться в системі Мудл. Тест містить 10 тестових завдань, до кожного завдання подається чотири відповіді, одна з яких є правильною. За правильну відповідь на одне питання студент отримує 1 бал.	<b>10</b>
<b>Усього за ЗМ 6 контр. заходів</b>	<b>1</b>			<b>10</b>
<b>Усього за змістові модулі контр. заходів</b>	<b>7</b>			<b>60</b>

### 8. Підсумковий семестровий контроль\*\*\*

Форма	Види підсумкових контрольних заходів	Зміст підсумкового контрольного заходу	Критерії оцінювання	Усього балів
<b>залік</b>	Тестування	Тестові завдання за навчальним матеріалом змістових модулів 1-6 (розділ 3 РП).	Тестування проводиться в системі Мудл. Тест містить 20 тестових завдань, до кожного завдання подається чотири відповіді, одна з яких є правильною. За правильну відповідь на одне питання студент отримує 1 бал.	<b>20</b>
	Практичне завдання	Розв'язання двох типових задач, які розглядалися у лабораторних роботах 1-3	Кожна задача оцінюється за такою шкалою: 10 балів: задачу розв'язано правильно; 9 балів: задачу розв'язано з незначними помилками, але зрозуміло, що студент знає алгоритм розв'язання задачі; 8-7 балів: задачу розв'язано з помилками, з яких зрозуміло, що студент частково знає алгоритм розв'язку задачі; – 6 балів: вписана формула, за якою можна розв'язати задачу та зроблена спроба її розв'язання, наприклад виконав значний обсяг допоміжних розрахунків; – 5 балів: вписана формула, за якою можна розв'язати задачу та зроблені допоміжні розрахунки, які свідчать про те, що студент матеріал частково знає; – 4 бали: вписана формула, за якою можна розв'язати задачу та зроблені допоміжні розрахунки; – 3 бали: вписана формула, за якою можна розв'язати задачу та зроблено незначний обсяг допоміжних розрахунків; – 2-1 бал: вписана формула, за якою можна розв'язати задачу, але з помилками; – 0 балів: задачу не розв'язано.	<b>20</b>
<b>Усього за підсумковий семестровий контроль</b>				<b>40</b>

## 9. Рекомендована література

### Основна:

1. Субботін С. О. Нейронні мережі: теорія та практика : навч. посіб. Житомир : Вид. О. О. Євенок, 2020. 184 с.
2. Дорофєєв Ю.І. Штучні нейронні мережі : метод. вказ. до лаб. роб. Харків : НТУ «ХПІ», 2019. 40 с.
3. Ткаченко Р.О. Нейромережеві засоби штучного інтелекту : навч. посіб. Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2017. 206 с.
4. Дранишников Л. В. Інтелектуальні методи в управлінні : навч. посіб. Кам'янське : ДДТУ, 2018. 416 с.

### Додаткова:

1. Тимошук П.В. Штучні нейронні мережі : навч. посіб. Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2011. 444 с
2. Руденко О.Г., Бодяньський Є.В. Штучні нейронні мережі : навч. посіб. Київ : Компанія СМІТ, 2006. 404 с.
3. Субботін, С. О., Олійник А. О. Нейронні мережі : навч. посіб. Запоріжжя : ЗНТУ, 2014. 132 с.
4. Руденко О. Г., Бодяньський Є. В. Штучні нейронні мережі: навч. посіб. Харків : Компанія СМІТ, 2006. 404 с.
5. Олійник А. О., Субботін С. О., Олійник О. О. Інтелектуальний аналіз даних : навч. посіб. Запоріжжя : ЗНТУ, 2011. 271 с.