

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЗАХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. проректора з наукової роботи

Микола ДИВАК

2023 р.



**РОБОЧА ПРОГРАМА**

з дисципліни

**“Математичні структури штучного інтелекту”**

Рівень вищої освіти – третій (освітньо-науковий)

Галузь знань – **12 Інформаційні технології**

Спеціальність – **123 “Комп’ютерна інженерія”**

освітньо-наукова програма – «Комп’ютерна інженерія»

**Кафедра комп’ютерної інженерії**

Форма навчання	Курс	Семестр	Лекції (год.)	Практ. (семін.) (год.)	СРС (год.)	Разом (год.)	Залік (сем.)
Денна	1	2	20	20	110	150	2

Тернопіль – ЗУНУ

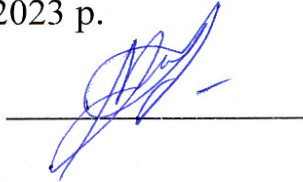
2023

Робочу програму склав д.т.н., професор

Олег БЕРЕЗЬКИЙ

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри комп'ютерної інженерії,  
протокол №3 від 28 вересня 2023 р.

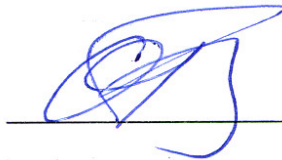
Завідувач кафедри



Леся ДУБЧАК

Розглянуто та схвалено групою забезпечення спеціальності «Комп'ютерна  
інженерія», протокол № 2 від 28 вересня 2023 р.

Голова ГЗС



Олег БЕРЕЗЬКИЙ

# 1. СТРУКТУРА РОБОЧОЇ ПРОГРАМИ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «МАТЕМАТИЧНІ СТРУКТУРИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ»

## Опис дисципліни «Математичні структури штучного інтелекту»

Дисципліна - «Математичні структури штучного інтелекту»	Галузь знань, спеціальність, СВО	Характеристика навчальної дисципліни
Кількість кредитів ECTS – 5	Галузь знань – 12 «Інформаційні технології»	Статус дисципліни – вибіркова Мова навчання – українська
Кількість залікових модулів	<b>Спеціальність</b> – 123 «Комп'ютерна інженерія»	Рік підготовки: <i>Денна</i> – 1  Семестр: <i>Денна</i> – 2
Кількість змістових модулів – 2	Рівень освіти – третій (освітньо- науковий) рівень – доктор філософії	Лекції: <i>Денна</i> – 20 год.  Практичні заняття: <i>Денна</i> – 20 год.
Загальна кількість годин – 150 год.		Самостійна робота: 110 год.
Тижневих годин: з них аудиторних: 4 год.		Вид підсумкового контролю - залік

## **2. МЕТА І ЗАВДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ «МАТЕМАТИЧНІ СТРУКТУРИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ»**

### **2.1. Мета вивчення дисципліни.**

Мета вивчення дисципліни «Математичні структури штучного інтелекту» – вивчення основних математичних структур, які використовуються у дисциплінах штучного інтелекту.

### **2.2. Завдання вивчення дисципліни**

Завданням вивчення дисципліни є вивчення теорії множин, матричної алгебри, елементів теорії ймовірностей та математичної статистики, теорії графів, метрик і теорії груп на прикладах розділів штучного інтелекту.

**2.3. Найменування та опис компетентностей, формування котрих забезпечує вивчення дисципліни «Математичні структури штучного інтелекту»:**

Здатність застосувати сучасні методи і алгоритми штучного інтелекту для розв'язання практичних задач при побудові інформаційних технологій, практичні навички володіння сучасними програмними засобами.

Спроможність інтегрувати знання і розуміння дисциплін інших інженерних галузей.

### **2.4 Результати навчання**

Практичні навички володіння сучасними програмними засобами проектування систем штучного інтелекту.

Застосувати сучасні теоретичні, методологічні, технічні та технологічні основи до створення компонентів комп'ютерних систем.

## **3. ЗМІСТ ДИСЦИПЛІНИ «ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ»**

**Змістовий модуль 1. Алгебраїчні структури та елементи теорії ймовірностей**

### **Тема 1. Математичні основи теорії штучного інтелекту.**

Роль математичних теорій у прикладних науках. Основні розділи штучного інтелекту та математичні структури, які використовуються в них. Множини, матриці, графи, елементи теорії ймовірностей, алгебра логіка, нечітка логіка, метрики.

Література: 1-4, 16, 17.

### **Тема 2. Множини.**

Поняття множин. Операції над множинами. Кортежі. Приклади застосування множин в штучному інтелекті.

Література: 7, 8, 9.

### **Тема 3. Матриці.**

Поняття матриць. Операції над матрицями. Приклади застосування матричних операцій в комп'ютерному зорі.

Література: 7, 8, 9.

### **Тема 4. Графи.**

Поняття графів. Дерева. Описи графів. Скелетони. Приклади застосування графів і дерев в штучному інтелекті.

Література: 1-4, 16, 17.

### **Тема 5. Елементи теорії ймовірностей.**

Поняття імовірності. Обчислення імовірності. Залежні та незалежні події. Повна імовірність подій. Умовні імовірності. Теорема Байєса. Необхідні відомості з теорії випадкових подій. Випадкові величини і закони їх розподілу. Граничні теореми теорії ймовірностей. Приклади застосування теореми Байєса в розпізнаванні образів.

Література: 5, 6, 18.

### **Тема 6. Теорія груп.**

Поняття групи та підгрупи. Задання групи породжуючими елементами та співвідношеннями. Групи симетрій на смузі. Групи симетрій на площині.

Література: 5, 19.

## **Змістовий модуль 2. Елементи теорії логіки та метрик**

### **Тема 7. Алгебра логіки.**

Аксиоми алгебри логіки. Теореми алгебри логіки. Приклади застосування алгебри логіки в штучному інтелекті.

Література: 1, 2, 3, 9, 16.

### **Тема 8. Нечітка логіка.**

Поняття нечітких множин. Операції над нечіткими множинами. Функції належності. Правила виведення логічного висновку. Приклади застосування нечіткої логіки в штучному інтелекті.

Література: 1, 2, 3, 9, 16.

### **Тема 9. Метрики.**

Визначення метрики. Метрика Фреше. Метрика Хаусдорфа. Метрика Громова – Фреше. Метрика Громова-Хаусдорфа. Приклади застосування метрик в комп'ютерному зорі.

Література: 11-15, 19.

#### 4. СТРУКТУРА ЗАЛІКОВОГО КРЕДИТУ З ДИСЦИПЛІНИ «МАТЕМАТИЧНІ СТРУКТУРИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ»

	<i>Кількість годин</i>	
	Лекції	Практичні заняття
Змістовий модуль 1. Алгебраїчні структури та елементи теорії ймовірностей		
Тема 1. Математичні основи теорії штучного інтелекту.	4	4
Тема 2. Множини	2	2
Тема 3. Матриці	2	2
Тема 4. Графи	2	2
Тема 5. Елементи теорії ймовірностей	2	2
Змістовий модуль 2. Елементи теорії логіки та метрик		
Тема 6. Теорія груп	2	2
Тема 7. Алгебра логіки	2	2
Тема 8. Нечітка логіка	2	2
Тема 9. Метрики	2	2
Разом	20	20

#### 5. ТЕМАТИКА ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

##### Практичне заняття № 1

##### Тема. Множини

**Мета:** оволодіти навиками роботи із множинами різної природи.

##### Питання для обговорення:

1. Поняття множини.
2. Операції над множинами.
3. Поняття кортежів.
4. Застосування множин в розділах штучного інтелекту.

Література: 7, 8, 9.

##### Практичне заняття № 2

##### Тема. Матриці.

**Мета:** оволодіти навиками роботи з матрицями.

##### Питання для обговорення:

1. Поняття матриці.
2. Операції над матрицями.
3. Застосування матричного числення в комп'ютерному зорі.

Література: 7-9.

### **Практичне заняття № 3**

#### **Тема. Графи.**

**Мета:** оволодіти основними навиками роботи з графами та операціями над ними.

#### **Питання для обговорення:**

1. Поняття графу, дерева графу.
2. Представлення графів.
3. Операції над графами.
4. Застосування графів в комп'ютерному зорі.

Література: 1-4, 16, 17.

### **Практичне заняття № 4**

#### **Тема. Елементи теорії ймовірностей.**

**Мета:** оволодіти основними навиками опису та обчислення числових характеристик випадкових величин.

#### **Питання для обговорення:**

1. Поняття ймовірності події.
2. Обчислення ймовірностей.
3. Теорема Байєса.
4. Застосування теореми Байєса в розпізнаванні образів.

Література: 5, 6, 18.

### **Практичне заняття № 5**

#### **Тема. Теорія груп.**

**Мета:** оволодіти основними поняттями з теорії груп і їх застосуванням в синтезі зображень .

#### **Питання для обговорення:**

5. Поняття групи.
6. Симетричні групи на смузі.
7. Симетричні групи на площині.
8. Застосування симетричних груп для синтезу зображень.

Література: 3, 9, 10.

### **Практичне заняття № 6**

#### **Тема. Алгебра логіки.**

**Мета:** оволодіти основними аксіомами та теоремами з алгебри логіки та їх застосуванням у штучному інтелекті.

#### **Питання для обговорення:**

1. Основи алгебри Д. Буля.

2. Використання алгебри логіки в моделях представлення знань.
3. Використання алгебри логіки в комп'ютерному зорі..

Література: 1, 2, 3, 9, 16.

### **Практичне заняття № 7**

#### **Тема. Нечітка логіка.**

**Мета:** оволодіти основними поняттями нечіткої логіки та її застосуваннями у штучному інтелекті.

#### **Питання для обговорення:**

1. Поняття нечіткої множини.
2. Поняття функції належності.
3. Нечіткі правила виводу.
4. Використання нечіткого виводу в інженерії знань.

Література: 1, 2, 3, 9, 16, 19

### **Практичне заняття № 8**

#### **Тема. Метрики.**

**Мета:** оволодіти основними поняттями теорії метрик та її застосуваннями у комп'ютерному зорі.

#### **Питання для обговорення:**

1. Поняття метрики.
2. Метрики Хаусдорфа та Фреше.
3. Використання метрик в комп'ютерному зорі.

Література: 11-15.

## **7. САМОСТІЙНА РОБОТА**

<b>№ п/п</b>	<b>Тематика</b>	<b>год.</b>
1.	Поняття множин.	2
2.	Операції над множинами.	2
3.	Кортежі.	2
4.	Приклади застосування множин в штучному інтелекті.	2
5.	Поняття матриць.	2
6.	Операції над матрицями.	2
7.	Приклади застосування матричних операцій в комп'ютерному зорі.	2
8.	Поняття графів.	2
9.	Дерева.	2



10.	Описи графів.	2
11.	Скелетони.	2
12.	Приклади застосування графів і дерев в штучному інтелекті.	2
13.	Поняття імовірності.	2
14.	Обчислення імовірності.	2
15.	Залежні та незалежні події.	2
16.	Повна імовірність подій.	2
17.	Необхідні відомості з теорії випадкових подій.	2
18.	Умовні імовірності.	2
19.	Теорема Байєса.	2
20.	Випадкові величини і закони їх розподілу.	2
21.	Граничні теореми теорії ймовірностей.	2
22.	Приклади застосування теореми Байєса в розпізнаванні образів.	2
23.	Аксиоми алгебри логіки.	2
24.	Теореми алгебри логіки.	2
25.	Приклади застосування алгебри логіки в штучному інтелекті.	2
26.	Поняття нечітких множин.	2
27.	Операції над нечіткими множинами.	2
28.	Функції належності.	2
29.	Правила виведення логічного висновку.	2
30.	Приклади застосування нечіткої логіки в штучному інтелекті.	2
31.	Визначення метрики.	2
32.	Метрика Фреше.	2
33.	Метрика Хаусдорфа	2
34.	Метрика Громова – Фреше.	2
35.	Метрика Громова-Хаусдорфа.	2
36.	Приклади застосування метрик в комп'ютерному зорі.	2
37.	Теорія груп. Групи симетрій на смузі.	2
38.	Поняття групи та підгрупи.	4
39.	Задання групи породжуючими елементами та співвідношеннями.	4
40.	Групи симетрій на смузі.	4
41.	Групи симетрій на площині.	4
Всього:		110

## **7. ЗАСОБИ ОЦІНЮВАННЯ ТА МЕТОДИ ДЕМОНСТРУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ**

У процесі вивчення дисципліни "Математичні структури штучного інтелекту" використовуються такі засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання:

- поточні опитування;

- залікове модульне тестування та опитування;
- презентації результатів виконання практичних робіт;
- презентації та виступи на наукових заходах;
- наскрізні проекти;
- командні проекти;
- аналітичні звіти, реферати, есе;
- залік.

### Шкала оцінювання

За шкалою університету	За національною шкалою	За шкалою ECTS
90-100	Відмінно	A (відмінно)
85-89	Добре	B (дуже добре)
75-84		C (добре)
65-74	Задовільно	D (задовільно)
60-64		E (достатньо)
35-59	Незадовільно	FX (незадовільно, з можливістю повторного складання)
1-34		F (незадовільно, з обов'язковим повторним курсом)

## 8. ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ВИКОРИСТАННЯ ЯКИХ ПЕРЕДБАЧАЄ НАВЧАЛЬНА ДИСЦИПЛІНА

№	Найменування	Номер теми
1.	Мультимедійний проектор	1-9
2.	Проекційний екран	1-9
3.	Комунікаційне програмне забезпечення (Internet Explorer, Opera, Google Chrome, Firefox)	1-9
4.	Наявність доступу до мережі Інтернет	1-9
5.	Персональні комп'ютери	1-9
6.	Комунікаційне програмне забезпечення (Zoom) для проведення занять у режимі онлайн (за необхідності)	1-9
7.	Комунікаційна навчальна платформа (Moodle) для організації дистанційного навчання (за необхідності)	1-9
8.	Операційні системи (Windows, Unix)	1-9
9.	Бібліотеки комп'ютерного зору та машинного навчання (OPENCV, TensorFlow и Keras)	1-9

### РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

1. Шлезінгер М.І. Розв'язок оптимізаційних задач структурного розпізнавання на основі їхньої репараметризації. Control systems and computers, 2022, № 1. С. 15-23

2. Berezsky O., Pitsun O., Melnyk G., Batko Y, Derysh B., Liashchynskyi P. Application Of MLOps Practices For Biomedical Image Classification. CEUR Workshop Proceedingsthis link is disabled, 2022, 3302, pp. 69–77
3. Berezsky O., Liashchynskyi P., Pitsun O., Liashchynskyi P., Berezky M. Comparison of Deep Neural Network Learning Algorithms for Biomedical Image Processing. CEUR Workshop Proceedingsthis link is disabled, 2022, 3302, pp. 135–145.
4. Bazylevych L., Berezsky O., Zarichnyi M. Frechet fuzzy metric. Matematychni Studii. 2022. Vol. 57, No.2. P. 210-215.
5. Berezsky, O., Pitsun, O., Melnyk, G., Koval, V., Batko, Y. (2023). Multi-threaded Parallelization of Automatic Immunohistochemical Image Segmentation. In: Hu, Z., Wang, Y., He, M. (eds) Advances in Intelligent Systems, Computer Science and Digital Economics IV. CSDEIS 2022. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, vol 158. pp. 266–275.
6. Архітектура та реалізація базових компонентів системи нейромережевого захисту і кодування передачі даних. /Цмоць І. Г., Опотяк Ю. В., Різник О. Я., Березький О. М., Лукашук Ю. А. Український журнал інформаційних технологій. 2022, Т. 4, № 1. С. 53-62. (фахове видання)
7. Berezsky O., Pitsun, O., Liashchynskyi P., Derysh B., Batryn N. Computational Intelligence in Medicine. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologiesthis link is disabled, 2023, 149, pp. 488–510. Springer, Cham. (Scopus)
8. Berezsky O., Pitsun O., Melnyk G., Datsko T., Izonin I., Derysh B. An Approach toward Automatic Specifics Diagnosis of Breast Cancer Based on an Immunohistochemical Image. Journal of Imaging, 2023, 9(1), 12. (Scopus)
9. Субботін С. О. Нейронні мережі: теорія та практика: навч. посіб. – Житомир : Вид. О. О. Євенок, 2020. – 184 с
10. Oleh Berezsky, Oleh Pitsun, Bohdan Derysh, Tamara Datsko, Kateryna Berezka, Nadiya Savka. Automatic Segmentation of Immunohistochemical Images based on U-NET Architectures. Proceedings of the 4th International Conference on Informatics & Data-Driven Medicine, Valencia, Spain, November 19 - 21, 2021. P. 22-33. (Scopus)
11. Tsmots V. Rabyk, O. Berezky Y. Lukaschuk, V. Teslyuk, "Development Of Modules Of Neuro-Like Cryptographic Encryption And Decryption Of Data And Their Implementation On FPGA," 2021 IEEE 16th International Conference on the Experience of Designing and Application of CAD Systems (CADSM), 2021, pp. 53-57
12. Berezsky O., Zarichnyi M. (2021) Metric Methods in Computer Vision and Pattern Recognition. In: Shakhovska N., Medykovsky M.O. (eds) Advances in Intelligent Systems and Computing V. CSIT 2020. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 1293. Springer, Cham.
13. Russell S. Human Compatible: Artificial Intelligence and the Problem of Control. Viking, 2019. 349 p.
14. Sebastian C. Machine Learning for Beginners. KDP Publishing, 2019. 163 p.

15. Stone J.V. Artificial Intelligence Engines: A Tutorial Introduction to the Mathematics of Deep Learning. Sebtel Press, 2019. 218 p.
16. Aggarwal Ch. C. Neural Networks and Deep Learning. Chapman and Hall/CRC, 2023. 553 p.
17. Subbotin S. A. Data clustering based on inductive learning of neuro-fuzzy network with distance hashing. Radio Electronics, Computer Science, Control. 2022. 4. P-71.
18. Шаховська Н. Б. Системи штучного інтелекту: навч. посібник / Н. Б. Шаховська, Р. М. Камінський, О. Б. Вовк. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2018. 392 с.
19. Tsmots I. G., Berezsky O. M., Berezkyu M. O. "Methods and hardware to accelerate the work of a convolutional neural network". Applied Aspects of Information Technology. Publ. Nauka i Tekhnika. Odessa: Ukraine. 2023; Vol.6 No.1: 13–27.