МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова

Навчально-науковий інститут комп'ютерних наук та управління проектами

Кафедра програмного забезпеченя автоматизованих систем

Код РПНД

ЗАТВЕРДЖЕНО
Проректор з науково-педагогічної роботи
_____ Слободян С.О.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Program of the Discipline

МОДЕЛІ ТА АЛГОРИТМИ СИСТЕМ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

Models and Algorithms of Artificial Intelligence Systems

рівень вищої освіти: другий (магістерський)

тип дисципліни: вибіркова

мова(и) викладання: українська

Миколаїв – 2024

2

Робоча програма навчальної дисципліни «Моделі та алгоритми систем штучного інтелекту», яка є однією із вибіркових дисциплін для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня.

“ 26 ” 03 2024 року – 16 с.

Розробник: Приходько С.Б., завідувач кафедри програмного забезпечення автоматизованих систем, д.т.н., професор.

Проєкт робочої програми навчальної дисципліни «Моделі та алгоритми систем штучного інтелекту» розглянуто на засіданні кафедри програмного забезпечення автоматизованих систем.
Протокол № 9 від « 27 » 03 2024 р.

Завідувач кафедри _____ Приходько С.Б.

Проєкт робочої програми навчальної дисципліни «Моделі та алгоритми систем штучного інтелекту» розглянуто Навчально-методичною комісією Навчально-наукового інституту комп’ютерних наук та управління проєктами.
Протокол № 8 від « 28 » 03 2024 р.

Голова _____ Фаріонова Т.А.

Проєкт робочої програми навчальної дисципліни «Моделі та алгоритми систем штучного інтелекту» погоджено з навчальним відділом.

Начальник відділу _____ Лабарткава А.В.

Робоча програма навчальної дисципліни «Моделі та алгоритми систем штучного інтелекту» затверджена Навчально-методичною радою НУК.
Протокол № 3 від «24» квітня 2024 р.

Голова НМР НУК _____ С.О. Слободян

© НУК, 2024

ЗМІСТ

Вступ 4
1. Опис навчальної дисципліни 5
2. Мета вивчення навчальної дисципліни 6
3. Передумови для вивчення дисципліни 6
4. Очікувані результати навчання 6
5. Програма навчальної дисципліни 7
6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування 11
7. Форми поточного та підсумкового контролю 11
8. Критерії оцінювання результатів навчання 13
9. Засоби навчання 14
10. Рекомендовані джерела інформації 14

ВСТУП

Анотація

Системи штучного інтелекту широко застосовуються в різних галузях, у тому числі в інформаційних технологіях. Тому підготовка сучасних фахівців у галузі інформаційних технологій потребує знань і навичок з моделей та алгоритмів систем штучного інтелекту для вирішення великої кількості завдань, таких як визначення різноманітних реакцій за допомогою регресійних моделей, ідентифікація людини за біометричними ознаками та ін.

Ключові слова: модель, алгоритм, система штучного інтелекту, інформаційні технології.

Abstract

Artificial intelligence systems are widely applied in various fields, including information technologies. Therefore, the training of modern specialists in the field of information technologies requires knowledge and skills from models and algorithms of artificial intelligence systems to solve various problems, such as determining varios response by regression models, identifying a person by biometric characteristics, etc.

Keywords: model, algorithm, artificial intelligence system, information technologies.

1. Опис навчальної дисципліни

<table>
<tr><td rowspan="2">Найменування показників</td><td rowspan="2">Галузь знань, спеціальність (освітня програма), освітній рівень</td><td colspan="2">Характеристика навчальної дисципліни</td></tr>
<tr><td>денна форма навчання</td><td>заочна форма навчання</td></tr>
<tr><td>Кількість кредитів – 5</td><td rowspan="3"></td><td colspan="2">Вибіркова дисципліна</td></tr>
<tr><td>Модулів – 1</td><td colspan="2">Рік підготовки:</td></tr>
<tr><td>Змістових модулів – 1</td><td>1-й</td><td>1-й</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Електронний адрес РПНД на сайті Університету</td><td rowspan="7"></td><td colspan="2">Семестр</td></tr>
<tr><td>1 (9)-й</td><td>1 (9)-й</td></tr>
<tr><td colspan="2">Лекцій</td></tr>
<tr><td rowspan="2"></td><td>30 год.</td><td>8 год</td></tr>
<tr><td colspan="2"><u>Практичні</u>, семінарські</td></tr>
<tr><td>30 год.</td><td>8 год</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Загальна кількість годин – 150</td><td colspan="2">Лабораторні</td></tr>
<tr><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td rowspan="5">Тижневих годин для денної форми навчання:
аудиторних – 4
самостійної роботи студента – 6</td><td rowspan="5">Освітній рівень:
другий (магістерський)</td><td colspan="2">Самостійна робота</td></tr>
<tr><td>90 год.</td><td>134 год</td></tr>
<tr><td colspan="2">Індивідуальні завдання: -</td></tr>
<tr><td colspan="2">Вид контролю: залік</td></tr>
<tr><td colspan="2">Форма контролю: комбінована</td></tr>
</table>

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Мета дисципліни: дати уявлення про моделі та алгоритми систем штучного інтелекту.

Елементи компетентностей, які можуть набути студенти:

– Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

– Здатність застосовувати фундаментальні і міждисциплінарні знання для успішного розв’язання завдань в галузі інформаційних технологій, які повязані з багатомірним статистичним аналізом.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Передумови для вивчення дисципліни відсутні.

4. Очікувані результати навчання

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент отримає наступні знання та вміння, що забезпечать зазначені у меті елементи компетентностей:

– Уміння вибирати та використовувати відповідно задачі методологію створення програмного забезпечення.

– Знати і застосовувати на практиці фундаментальні концепції, парадигми і основні принципи функціонування мовних, інструментальних і обчислювальних засобів інженерії програмного забезпечення.

– Мотивовано обирати мови програмування та технології розробки для розв’язання завдань створення і супроводження програмного забезпечення.

5. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1

Змістовний модуль 1. Існуючі моделі та алгоритми систем штучного інтелекту.

ТЕМА 1. Вступ. Огляд існуючих моделей систем штучного інтелекту. [2] стор. 11 – 32, [4] стор. 9–16.

Перелік питань. Поняття штучного інтелекту та системи штучного інтелекту. Історія досліджень моделей та алгоритмів систем штучного інтелекту. Сучасний стан досліджень та розробок моделей та алгоритмів систем штучного інтелекту. Комп'ютерне моделювання систем штучного інтелекту.

ТЕМА 2. Подання знань в системах штучного інтелекту. [1] стор. 9–23, [2] стор. 45–90, [4] стор. 31–72

Перелік питань. Моделі представлення інформації для обробки системами штучного інтелекту

ТЕМА 3. Моделі розв'язання інтелектуальних задач на основі знань. [4] стор. 78–97.

Перелік питань. Моделі розв'язання інтелектуальних задач на основі знань.

ТЕМА 4. Системи штучного інтелекту на основі нейронних мереж. [5] стор. 8–19.

Перелік питань. Історичні етапи розвитку нейронних мереж. Галузі застосування нейронних мереж. Модель біологічного нейрона. Структура штучної нейронної мережі. Моделі навчання штучної нейронної мережі.

ТЕМА 5. Класифікація нейронних мереж. [5] стор. 20–31.

Перелік питань. Персептрон Розенблата. Нейронна мережа зі зворотним поширенням помилки (back propagation).

ТЕМА 6. Навчання систем штучного інтелекту. [2] стор. 266 – 270.

Перелік питань. Огляд алгоритмів навчання систем штучного інтелекту. Алгоритми навчання систем штучного інтелекту на основі символьного подання інформації.

ТЕМА 7. Навчання систем штучного інтелекту на основі зв'язків. [2] стор. 271–281.

Перелік питань. Алгоритми навчання систем штучного інтелекту на основі зв’язків.

ТЕМА 8. Приклади нейронних мереж та функцій активації. [2] стор. 224 – 258, [4] стор. 105–117.

Перелік питань. Модель нейронної мережи Хопфілда. Модель нейронної мережи Хемінга. Приклади функцій активації.

ТЕМА 9. Структура нейронних мереж. [2] стор. 224 – 258, [4] стор. 105–117.

Перелік питань. Модель одношарової нейронної мережи. Моделі багатошарових нейронних мереж. Загальне уявлення про алгоритми синтезу нейронних мереж.

ТЕМА 10. Моделі нейронних мереж Кохонена. [5] стор. 76–84

Перелік питань. Модель нейронної мережи Кохонена SOM. Модель нейронної мережи Кохонена LVQ. Алгоритми навчання мережи LVQ.

ТЕМА 11. Ймовірнісні нейронні мережі. [6] стор. 62–68.

Перелік питань. Ймовірнісні нейронні мережі (PNN – Probabilistic Neural Networks)

ТЕМА 12. Рекурентні нейронні мережі. [6] стор. 68–90.

Перелік питань. Моделі простих рекурентних мереж (SRN – Simple Recurrent Network)

ТЕМА 13. Застосування генетичних алгоритмів в системах штучного інтелекту. [9] стор. 507–524.

Перелік питань. Навчання систем штучного інтелекту на основі генетичних алгоритмів.

ТЕМА 14. Застосування еволюційних алгоритмів в системах штучного інтелекту. [9] стор. 525–542

Перелік питань. Навчання систем штучного інтелекту на основі еволюційних алгоритмів.

ТЕМА 15. Заключна лекція. Перспективи подальшого застосу-вання моделей систем штучного інтелекту в інформаційних технологіях.

Тематичний план навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	денна форма					Заочна форма				
	усього	у тому числі				усього	у тому числі			
		лек	пр	лаб	с.р		лек	пр	лаб	с.р
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Модуль 1										
Змістовий модуль 1. Існуючі моделі та алгоритми систем штучного інтелекту										
Тема 1 Вступ. Огляд існуючих моделей систем штучного інтелекту	10	2	2		6	10	1			9
Тема 2 Подання знань в системах штучного інтелекту	10	2	2		6	10				10
Тема 3 Моделі розв'язання інтелектуальних задач на основі знань	10	2	2		6	10				10
Тема 4 Системи штучного інтелекту на основі нейронних мереж	10	2	2		6	10	1	1		8
Тема 5 Класифікація нейронних мереж	10	2	2		6	10	1	1		8
Тема 6 Навчання систем штучного інтелекту	10	2	2		6	10	1	1		8
Тема 7 Навчання систем штучного інтелекту на основі зв'язків	10	2	2		6	10	1	1		8
Тема 8 Приклади нейронних мереж та функцій активації	10	2	2		6	10				10
Тема 9 Структура нейронних мереж	10	2	2		6	10	1	1		8
Тема 10 Моделі нейронних мереж Кохонена	10	2	2		6	10	1	1		8
Тема 11 Ймовірнісні нейронні мережі	10	2	2		6	10	1	1		8
Тема 12 Рекурентні нейронні мережі	10	2	2		6	10	1	1		8
Тема 13 Застосування генетичних алгоритмів в системах штучного інтелекту	10	2	2		6	10				10
Тема 14 Застосування еволюційних алгоритмів в системах штучного інтелекту	10	2	2		6	10				10
Тема 15 Заключна лекція. Перспективи подальшого застосування моделей систем штучного інтелекту в інформаційних технологіях	10	2	2		6	10				10
Усього годин	**150**	**30**	**30**		**90**	**150**	**8**	**8**		**134**

Теми практичних робіт

№ з/п	Назва практичної роботи	Кількість годин	
		д	з
1	Вступне заняття.	2	
2	Ознайомлення з бібліотеками мови програмування Python : NumPy, SciPy, scicit-learn, matplotlib.	2	
3	Побудова моделі у вигляді дерев прийняття рішень.	2	
4	Побудова модель однофакторної лінійної регресії на основі нейронної мережі.	2	1
5	Перевірка адекватності моделі однофакторної лінійної регресії на основі нейронної мережі.	2	1
6	Побудова моделі багатофакторної нелінійної регресії на основі нейронної мережі	2	1
7	Перевірка адекватності моделі багатофакторної нелінійної регресії на основі нейронної мережі	2	1
8	Ознайомлення з бібліотекою обробки даних Pandas	2	
9	Реалізація алгоритмів синтезу одношарових нейронних мереж.	2	1
10	Реалізація алгоритмів синтезу багатошарових нейронних мереж.	2	1
11	Реалізація алгоритмів розпізнавання образів.	2	1
12	Реалізація алгоритму навчання простим правилам граматики на основі простої рекурентної мережі.	2	1
13	Реалізація генетичних алгоритмів	2	
14	Реалізація еволюційних алгоритмів	2	
15	Підсумкове заняття	2	
	Разом	30	8

Самостійна робота

Розподіл годин самостійної роботи для студентів денної форми навчання:

- підготовка до лекційних занять – 1 год./1 год. занять;
- підготовка до практичних робіт – 1 год./1 год. роботи;
- підготовка до заліку – 30 год. на 1 захід.

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	Тижнева підготовка до лекцій	2	2
2	Тижнева підготовка до практичних робіт	2	2
	Самостійне вивчення тем курсу		
3	**Тема 1** Вступ. Огляд існуючих моделей систем штучного інтелекту	4	4
4	**Тема 2** Подання знань в системах штучного інтелекту	4	4
5	**Тема 3** Моделі розв’я-зання інтелектуальних задач на основі знань	4	4
6	**Тема 4** Системи штучного інтелекту на основі	4	4

	нейронних мереж		
7	**Тема 5** Класифікація нейронних мереж	4	4
8	**Тема 6** Навчання систем штучного інтелекту	4	4
9	**Тема 7** Навчання систем штучного інтелекту на основі зв'язків	4	4
10	**Тема 8** Приклади нейронних мереж та функцій активації	4	4
11	**Тема 9** Структура нейронних мереж	4	4
12	**Тема 10** Моделі нейрон-них мереж Кохонена	4	4
13	**Тема 11** Ймовірнісні нейронні мережі	4	4
14	**Тема 12** Рекурентні нейронні мережі	4	4
15	**Тема 13** Застосування генетичних алгоритмів в системах штучного інтелекту	4	4
16	**Тема 14** Застосування еволюційних алгоритмів в системах штучного інтелекту	4	4
17	**Тема 15** Заключна лекція. Перспективи подальшого застосування моделей систем штучного інтелекту в інформаційних технологіях	4	4
18	Підготовка до заліку (та підготовка контрольної роботи для заочної форми)	30	74
	Разом	90	134

6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування

Методи навчання:

- пояснювально-ілюстративний і метод проблемного викладу при поданні програмного лекційного матеріалу;
- репродуктивний метод при виконанні практичних робіт.

Засобами діагностики і методами демонстрування результатів навчання є:

- залік;
- поточний модульний контроль (денна форма) та контрольна робота (заочна форма);
- презентації результатів виконаних завдань та досліджень;
- студентські презентації та виступи на наукових заходах.

7. Форми поточного та підсумкового контролю

Досягнення студента оцінюються за 100-бальною системою Університету. Підсумкова оцінка навчального курсу включає в себе оцінки з поточного контролю і оцінки заліку. У кожного компонента своя частка в загальній системі оцінок. У проміжних оцінках студент може набрати до 90 балів. Під компонентом проміжних оцінок розуміються поточні оцінки протягом семестру (активність, участь в дискусіях; виконання завдань та інше).

Поточний контроль проводиться на кожному практичному занятті та за результатами виконання завдань самостійної роботи. Він передбачає оцінювання теоретичної підготовки здобувачів вищої освіти із зазначеної теми (у тому числі, самостійно опрацьованого матеріалу) та набутих практичних навичок під час виконання завдань практичних робіт. Зарахування кредитів навчального курсу можливо тільки після досягнення результатів, запланованих РПНД, що виражається в одній з позитивних оцінок, передбачених чинним законодавством.

Кількість балів	**Критерії оцінювання під час поточного контролю**
5	Відповідь правильна, повна, логічна, містить аналіз, систематизацію, узагальнення, використані міжпредметні зв’язки, практичне завдання виконано правильно, вчасно і без зауважень
3-4	Відповідь в цілому правильна, достатньо повна, логічна; допущені несуттєві помилки та неточності у викладенні матеріалу, практичне завдання виконано повністю і вчасно, але містить несуттєві недоліки (висновки, оформлення тощо)
2	Відповідь частково правильна, містить неточності, недостатньо обґрунтована, містить математичні неузгодження. практичне завдання виконано повністю, але містить суттєві помилки у розрахунках або в методиці
1	Відповідь містить значну кількість суттєвих помилок, не обґрунтована, математичний апарат не використовується, практичне завдання виконано частково та містить суттєві помилки розрахункового та методичного характеру
0	Студент не дає відповіді, практичне завдання не виконано

Поточний модульний контроль у формі тестування

% вірних відповідей	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
бал	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

Критерії оцінювання контрольної роботи (заочна форма)

Контрольна робота складається з трьох теоретичних питань та трьох практичних завдань (задач). За кожне питання здобувач отримує максимально 5 балів.

Кількість балів	**Критерії оцінювання контрольної роботи**	
	Теоретичне питання	Практичне завдання (задача)
5	Відповідь правильна, повна, логічна, містить аналіз, систематизацію, узагальнення, використані міжпредметні зв’язки, містить аргументовані висновки.	Практичне завдання виконано правильно, без зауважень
4	Відповідь в цілому правильна, достатньо повна, логічна; допущені	Практичне завдання виконано повністю, але містить несуттєві

	несуттєві помилки та неточності у викладенні матеріалу.	недоліки (висновки, оформлення тощо)
3	Відповідь частково правильна, містить неточності, недостатньо обґрунтована.	Практичне завдання виконано повністю, але містить помилки у розрахунках
2	Відповідь містить значну кількість помилок, не обґрунтована.	Практичне завдання виконано повністю, але містить суттєві помилки у розрахунках або в методиці
1	Відповідь містить значну кількість суттєвих помилок, не обґрунтована.	Практичне завдання виконано частково та містить суттєві помилки розрахункового та методичного характеру
0	Здобувач не дає відповіді.	Практичне завдання не виконано

Підсумковий контроль

Підсумкове завдання складається з двох теоретичних питань та двох практичних задач. За кожне теоретичне питання здобувач отримує максимально 4 бали, а за кожну задачу здобувач отримує максимально 6 балів.

Кількість балів	**Критерії оцінювання на підсумковому контролі**	
	Теоретичне питання	Практичне завдання (задача)
16-20	Відповідь правильна, повна, логічна, містить аналіз, систематизацію, узагальнення, використані міжпредметні зв’язки, містить аргументовані висновки.	Практичне завдання виконано правильно, без зауважень
10-15	Відповідь в цілому правильна, достатньо повна, логічна; допущені несуттєві помилки та неточності у викладенні матеріалу.	Практичне завдання виконано повністю, але містить несуттєві недоліки (висновки, оформлення тощо)
5-9	Відповідь частково правильна, містить неточності, недостатньо обґрунтована.	Практичне завдання виконано повністю, але містить суттєві помилки у розрахунках або в методиці
1-4	Відповідь містить значну кількість суттєвих помилок, не обґрунтована, використовується невірна термінологія.	Практичне завдання виконано частково та містить суттєві помилки розрахункового та методичного характеру
0	Здобувач не дає відповіді.	Практичне завдання не виконано

8. Критерії оцінювання результатів навчання

Елемент програми		Денне відділення		Заочне відділення	
		Вид роботи	Бали	Вид роботи	Бали
ЗМ1	Тема 1	Вступне заняття	5		
	Тема 2	Практична робота	5		

	Тема 3	Практична робота	5		
	Тема 4	Практична робота	5	Практична робота	5
	Тема 5	Практична робота	5	Практична робота	5
	Тема 6	Практична робота	5	Практична робота	5
	Тема 7	Практична робота	5	Практична робота	5
	Тема 8	Практична робота	5		
	Тема 9	Практична робота	5	Практична робота	5
	Тема 10	Практична робота	5	Практична робота	5
	Тема 11	Практична робота	5	Практична робота	5
	Тема 12	Практична робота	5	Практична робота	5
	Тема 13	Практична робота	5		
	Тема 14	Практична робота	5		
	Тема 15	Заключне заняття			
	ПМК	Тест	10	Тест	10
	КР			Контрольна робота	30
Підсумковий контроль		Підсумковий тест	20	Підсумковий тест	20
Сума балів			**100**		**100**

Заохочувальні бали:
стаття у фаховому виданні* ……..…..+ 20 балів;
участь у конференції (тези доповідей конференції)*……+ 5 балів.
(*за тематикою дисципліни)

9. Засоби навчання

Навчальний процес потребує використання:

– мультимедіа, відео- і звуковідтворювальної, проєкційної апаратури (проектори, екрани, смартдошки тощо);

– комп’ютерів, комп’ютерних систем та мереж;

– програмного забезпечення (для підтримки дистанційного навчання та ін.);

– власних мобільних пристроїв (смартфони, планшети. ноутбуки, тощо);

– бібліотечні фонди (підручники і навчальні посібники, методичні рекомендації, наукова література тощо).

10. Рекомендовані джерела інформації з дисципліни «Моделі та алгоритми систем штучного інтелекту»

Основна література

1. Опорний конспект лекцій з дисципліни «Моделі та алгоритми систем штучного інтелекту» / С. Б. Приходько, О. О. Кудін. – Миколаїв: НУК, 2024. – 71 с.

2. Іванченко, Г.Ф. Системи штучного інтелекту: навчальний посібник / Г.Ф. Іванченко. – К.: КНЕУ, 2011. – 382 с. https://www.academia.edu/11385466/Ivanchenko_systems_artifical_intelligence_decr

3. Нестеренко, О.В. Інтелектуальні системи підтримки прийняття рішень: Навч. посіб. / О.В. Нестеренко, О.І. Савенков, О.О. Фаловський. За ред. П.І. Бідюка. – Київ: Національна академія управління, 2016. – 188 с. https://www.nam.kiev.ua/files/publications/978-966-8406-94-2-pos.pdf

4. Савченко, А.С. Методи та системи штучного інтелекту: Навч. посіб. для студентів напряму підготовки 6.050101 «Комп'ютерні науки» / А.С. Савченко, О.О. Синельніков. – К.: НАУ, 2017. – 190 с. http://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/2020/Savchenko_2017_176.pdf

5. Субботін, С.О. Нейронні мережі: теорія та практика: навч. посіб. / С.О. Субботін. – Житомир : Вид. О. О. Євенок, 2020. – 184 с.

6. Терейковський, І.А. Штучні нейронні мережі: базові положення. Навчальний посібник / І. А. Терейковський, Д. А. Бушуєв, Л. О. Терейковська. – К.: Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», 2022. – 123 с. https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/50135/1/ANN.pdf

7. Фратавчан В.Г., Фратавчан Т.М., Лукашів Т.О., Літвінчук Ю.А., Методи та системи штучного інтелекту: навчальний посібник. Чернівці: ЧНУ, 2023, – 114 с.

Додаткова література.

8. Баклан, І.В. Експертні системи. Курс лекцій / Навчальний посібник. – К.: НАУ, 2012. – 132 с. http://baklaniv.at.ua/MSAI/ekspertni_sistemi-kurs_lekcij.2012.pdf

9. George F Luger. Artificial Intelligence. Structures and Strategies for Complex Problem Solving, Fifth edition. – EDDISON-WESLEY, 2005. – 912 p. https://www.academia.edu/26150689/GEORGE_F_LUGER_Structures_and_Strategies_for_Complex_Problem_Solving_at_BULLET_at_BULLET

10. Нікітіна, Л.О. Моделі та методи штучного інтелекту у комп'ютерних іграх / Л. О. Нікітіна, С. О. Нікітін. – Х.: «Друкарня Мадрид», 2018. – 102 с.

http://repository.kpi.kharkov.ua/bitstream/KhPI-Press/37401/1/prohramy_2018_Modeli_ta_metody_shtuch_int.pdf

11. Новотарський, М.А. Штучні нейронні мережі: обчислення / М. А. Новотарський, Б. Б. Нестеренко. // Праці Інституту математики НАН України. – Т50. – Київ: Ін-т математики НАН України, 2004. – 408 с. http://www.immsp.kiev.ua/postgraduate/Biblioteka_trudy/ShtuchnNejronMeregNester2004.pdf

12. Prykhodko S. Application of a Ten-Variate Prediction Ellipsoid for Normalized Data and Machine Learning Algorithms for Face Recognition / Sergiy Prykhodko, Artem Trukhov // Selected Papers of the Seventh International Workshop on Computer Modeling and Intelligent Systems (CMIS-2024). Workshop Proceedings (CMIS-2024), Zaporizhzhia, Ukraine, May 3, 2024. CEUR Workshop Proceedings. – 2024. – Vol.3702. – CEUR-WS.org – P. 362-375. ISSN 1613-0073. https://ceur-ws.org/Vol-3702/paper30.pdf

Інформаційні ресурси в Інтернет

1. http://nbuv.gov.ua/ – Сайт Національної бібліотеки України імені В. І. Вернадського.

2. http://www.dnpb.gov.ua/ – Сайт Державної науково-педагогічної бібліотеки України імені В.О. Сухомлинського.

3. Python Documentation contents. URL: https://docs.python.org/3/contents.html

Автор, д.т.н., професор С.Б. Приходько