



Міжнародний гуманітарний університет
Факультет кібербезпеки, програмної інженерії та комп'ютерних наук
Кафедра комп'ютерних наук

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
ШТУЧНІ НЕЙРОННІ МЕРЕЖІ

Розробники і викладачі	Контактний телефон	Електронна адреса
професор кафедри комп'ютерних наук, доктор технічних наук, професор Глоба Лариса Сергіївна	+380505261512	lgloba@its.kpi.ua
доцент кафедри комп'ютерних наук, к.т.н., доцент Русу Олександр Петрович	+380503336722	shurusu@ukr.net

1. АНОТАЦІЯ ДО КУРСУ

Навчальна дисципліна «Штучні нейронні мережі» присвячена вивченню існуючих та перспективних штучних нейронних мереж. При вивченні дисципліни особливу увагу приділяється методам програмної реалізації штучних нейронних мереж, зокрема алгоритмам та математичному апарату, який використовується для їх реалізації. Завдання вивчення дисципліни полягає в отриманні навичок аналізу, вибору та реалізації штучних нейронних мереж з метою впровадження їх в програмному забезпеченні.

МЕТА ДИСЦИПЛІНИ. Метою дисципліни є отримання здобувачами базових знань щодо методів програмної реалізації штучних нейронних мереж, принципів проектування застосунків, що використовують штучні нейронні мережі, та набуття практичних навичок їх використання в прикладних задачах.

ПРЕРЕКВІЗИТИ. Передумовами для вивчення дисципліни є знання, уміння та навички, отримані здобувачами при вивченні попередніх навчальних дисциплін бакалаврської підготовки, присвячених вивченню загальних та спеціальних розділів вищої математики та

програмування, зокрема «Вища математика», «Теорія ймовірностей та математична статистика», «Дискретна математика», «Алгоритмізація та програмування», «Алгоритми та структури даних».

ПОСТРЕКВІЗИТИ: Знання, уміння та навички, отримані добувачами після вивчення цієї дисципліни, можуть бути корисними при подальшому проходженні практики.

2. ОЧІКУВАНІ КОМПЕТЕНТНОСТІ, ЯКІ ПЛАНУЄТЬСЯ СФОРМУВАТИ, ТА ДОСЯГНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

У процесі реалізації програми дисципліни «Штучні нейронні мережі» формуються наступні компетентності із передбачених освітньо-професійною програмою «Інформатика та програмування» зі спеціальності 014.09 «Середня освіта»

Інтегральна компетентність

ІК. Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі у галузі освіти, інформатики та інформаційних технологій, що передбачає застосування певних теорій і методів педагогічних та комп'ютерних наук і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

Фахові компетентності

ФК7. Здатність орієнтуватися в інформаційному просторі, здійснювати пошук і критично оцінювати інформацію, оперувати нею у професійній діяльності.

ФК8. Здатність використовувати цифрові технології в освітньому процесі, створювати та використовувати цифрові освітні ресурси.

ФК18. Здатність налагоджувати, конфігурувати, обслуговувати та діагностувати комп'ютерні, мережеві та роботизовані системи, периферійні пристрої; встановлювати, оновлювати та адмініструвати програмне забезпечення та забезпечувати його стабільну і безпечну експлуатацію в освітньому середовищі.

Фахові програмні результати навчання

РН5. Демонструвати академічні знання з освітньої галузі інформатики та суміжних галузей математично-природничого циклу і володіти методиками й технологіями моделювання змісту навчання відповідно до обов'язкових результатів навчання учнів.

РН10. Використовувати інформаційно-комунікаційні технології в освітньому процесі та для професійного розвитку, створювати й використовувати цифрові освітні ресурси, застосовувати навчально-методичний інструментарій, обладнання навчального й загального призначення для кабінетів (за предметними спеціальностями), мультимедійне обладнання в освітньому процесі.

РН11. Орієнтуватися в інформаційному просторі, здійснювати пошук і критично оцінювати інформацію, перевіряти її достовірність, оперувати нею у професійній діяльності.

Предметні програмні результати навчання

ПРН3. Налаштовувати, конфігурувати, обслуговувати та діагностувати комп'ютерну техніку, комп'ютерні мережі та роботизовані системи; встановлювати, оновлювати та адмініструвати програмне забезпечення, забезпечувати його стабільне та безпечне функціонування.

ПРН6. Застосовувати засоби й методи захисту інформації та безпеки в мережі Інтернет.

ПРН7. Застосовувати методи розроблення алгоритмів, конструювання програмного забезпечення та структур даних і знань.

Заплановані результати навчання за навчальною дисципліною

Знання:

- основні поняття, історію та напрями розвитку штучного інтелекту та штучних нейронних мереж;
- принципи побудови, функціонування, навчання та використання штучних нейронних мереж;
- різновиди штучних нейронних мереж, особливості їх практичного застосування;
- основні алгоритми та математичні функції, що використовуються при створенні штучних нейронних мереж;
- принципи побудови програмних застосунків, що використовують штучні нейронні мережі.

Уміння:

- орієнтуватися у основних технологіях штучного інтелекту та перспективних напрямках його розвитку;
- використовувати методи та системи штучного інтелекту, побудованого на основі штучних нейронних мереж, для розв'язання прикладних задач;
- використовувати штучні нейронні мережі в програмному забезпеченні;
- проєктувати програмні застосунки, що містять нейронні мережі;
- виконувати експериментальне дослідження та обґрунтовувати вибір архітектури нейронної мережі для конкретної задачі.

Навички:

- програмно реалізовувати моделі штучних нейронних мереж із використанням сучасних мов програмування;
- застосовувати спеціалізовані бібліотеки та фреймворки машинного навчання для навчання та тестування моделей;
- виконувати підготовку, нормалізацію та аналіз вхідних даних;
- здійснювати налаштування структури мережі та її параметрів з метою підвищення точності;
- оцінювати якість роботи моделей за кількісними метриками та виконувати їх порівняння;
- інтегрувати навчальні моделі у склад програмних застосунків або сервісів.

3. ОБСЯГ ТА ОЗНАКИ КУРСУ

Загалом		Вид заняття (денна форма/заочна форма)				Ознаки курсу		
Кредитів ЄКТС	Годин	Лекційні заняття	Практичні заняття	Лабораторні роботи	Самостійна робота	Курс, (рік навчання)	Семестр	Обов'язкова / вибіркова
6	180	40/12	40/12	0/0	100/156	4	7	Вибіркова

4. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	Денна форма					Заочна форма				
	Заг.	у тому числі				Заг.	у тому числі			
		Лекц.	Практ.	Лаб.	Сам. роб.		Лекц.	Практ.	Лаб.	Сам. роб.
Тема 1. Принципи побудови штучних нейронних мереж	40	10	10	0	20	40	2	2	0	36
Тема 2. Штучні нейронні мережі із прямим поширенням інформації	50	10	10	0	30	50	4	4	0	42
Тема 3. Штучні нейронні мережі із зворотними зв'язками	50	10	10	0	30	50	4	4	0	42
Тема 4. Інструментальні засоби та програмна реалізація штучних нейронних мереж	40	10	10	0	20	40	2	2	0	36
Загалом	180	40	40	0	100	180	12	12	0	156
Підсумковий контроль – залік										

5. ТЕХНІЧНЕ Й ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ / ОБЛАДНАННЯ

Здобувачі отримують теми та питання курсу, основну і додаткову літературу, рекомендації, завдання та оцінки за їх виконання як традиційним шляхом, так і з використанням платформ онлайн навчання на основі інформаційних систем Moodle або Google Classroom. Практичні навички у пошуку та аналізі інформації за курсом, з оформлення індивідуальних завдань, тощо, здобувачі можуть отримувати як за допомогою власного обладнання, так і користуючись університетськими комп'ютерними класами та бібліотекою.

6. САМОСТІЙНА РОБОТА

До самостійної роботи здобувачів відносяться наступні види діяльності:

1. Знайомство з науковою та навчальною літературою відповідно зазначених у програмі тем.
2. Опрацювання лекційного матеріалу.
3. Підготовка до практичних занять.
4. Консультації з викладачем протягом семестру.
5. Самостійне опрацювання окремих питань навчальної дисципліни.
6. Підготовка та виконання індивідуальних завдань у вигляді есе, рефератів тощо.
7. Підготовка до підсумкового контролю.

Тематика та питання до самостійної підготовки та індивідуальних завдань

Назва теми	Кількість годин	
	Денна форма	Заочна форма
Тема 1. Принципи побудови штучних нейронних мереж 1. Нейронні мережі як частина штучного інтелекту 2. Функції активації штучних нейронних мереж 3. Сили сигналів в штучних нейронних мережах 4. Теоретичні обмеження штучних нейронних мереж	20	36
Тема 2. Штучні нейронні мережі із прямим поширенням інформації 1. Теоретичні обмеження персептронів з точку зору М. Мінські 2. Перші персептрони 3. Персептрони Розенблата 4. Персептрони Румерхальта 5. Радіально-базисні функції 6. Згорткові нейронні мережі	30	42
Тема 3. Штучні нейронні мережі із зворотними зв'язками 1. Штучні нейронні мережі з окремими структурами пам'яті 2. Нейронні машини Тюрінга 3. Нейронні мережі Геммінга 4. Нейронні мережі Кохонена 5. Глибинні складальні мережі 6. Глибинні нейронні мережі переконань	30	42

Тема 4. Інструментальні засоби та програмна реалізація штучних нейронних мереж 1. Середовища візуального аналізу даних і побудови моделей машинного навчання та їх призначення 2. Віджети та інструменти для завантаження, обробки й візуалізації даних 3. Підготовка даних до навчання моделей: очищення, нормалізація та відбір ознак 4. Реалізація задач класифікації та кластеризації в середовищах Orange, Weka, RapidMiner 5. Метрики оцінювання якості моделей та порівняння результатів навчання 6. Переваги та обмеження візуальних засобів прототипування порівняно з програмною реалізацією моделей	20	36
Загалом	100	156

7. ВИДИ ТА МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Види контролю	Складові оцінювання
Поточний контроль , який здійснюється під час проведення практичних (лабораторних) занять, виконання самостійної роботи, індивідуальних завдань, дослідної робота здобувача тощо	100%
Підсумковий контроль – залік	

Методи діагностики знань (контролю)	Фронтальне опитування, розв'язання практичних завдань, тестування здобувачів, наукові доповіді, реферати, усні повідомлення, залік
--	--

8. ОЦІНЮВАННЯ ПОТОЧНОЇ, САМОСТІЙНОЇ ТА ІНДИВІДУАЛЬНОЇ РОБОТИ ЗДОБУВАЧІВ

Види роботи	Планові терміни виконання	Форми контролю та звітності	Максимальний відсоток оцінювання
Систематичність і активність роботи на практичних заняттях			
1.1. Підготовка до практичних занять	Відповідно до робочої програми та розкладу занять	Перевірка обсягу та якості засвоєного матеріалу під час практичних занять	60
Виконання завдань для самостійного опрацювання			
1.2. Індивідуальне тестування	Відповідно до робочої програми та розкладу занять	Перевірка результатів індивідуального тестування, перевірка конспектів лекцій, перевірка рефератів	20
Виконання індивідуальних завдань (дослідна робота здобувача)			

1.3. Інші види індивідуальних завдань, в т.ч. підготовка наукових публікацій, участь у роботі круглих столів, конференцій тощо.	Відповідно до робочої програми та розкладу занять	Обговорення результатів проведеної роботи під час аудиторних занять, наукових конференцій та круглих столів.	20
Разом балів за поточний контроль			100
Загальний результат оцінювання			100

Поточний контроль знань здобувачів освіти при формі контролю залік (максимум 100 балів) оцінюється за шкалою («2», «3», «4», «5»), з обов'язковим переведенням балів за кожний вид роботи таким чином:

- за підготовку до аудиторних занять (максимум 60 балів) здобувачу освіти необхідно мати не менше 1/2 оцінок від загальної кількості практичних (лабораторних) занять, для переведу балів за підготовку до аудиторних занять середньоарифметична оцінка множиться на коефіцієнт 12;

- за виконання завдань для самостійного опрацювання (тестування, завдання, підготовка реферату (есе) за заданою тематикою) (максимум 20 балів) здобувачу освіти необхідно мати не менше 1/2 оцінок від загальної кількості програмного матеріалу, що виноситься на самостійне вивчення, для переведу зазначених балів середньоарифметична оцінка множиться на коефіцієнт 4;

- за інші види індивідуальних завдань, в т.ч. підготовку наукових публікацій, участь у роботі круглих столів, конференцій тощо (максимум 20- балів) здобувачу освіти необхідно мати не менше 1/2 оцінок від загальної кількості інших видів індивідуальних завдань, для переведу балів за підготовку до аудиторних занять середньоарифметична оцінка множиться на коефіцієнт 4.

Критерії оцінювання поточного контролю

- «2» – виставляється за неправильну відповідь (письмову роботу), яка не відповідає змісту теми та свідчить про нерозуміння її основних положень;

- «3» – виставляється за відповідь (письмову роботу), яка відповідає змісту теми, але є неповною і неточною у визначенні понять, свідчить про неповне розуміння основних положень навчального матеріалу, свідчить про те, що знання здобувача мають фрагментарний, поверховий характер;

- «4» – оцінюється правильна і обґрунтована відповідь (письмова робота), з якої видно, що здобувач знає й розуміє теоретичний матеріал в обсязі навчальної теми, володіє необхідними навичками, не допускає суттєвих помилок.

- «5» – оцінюється повна, правильна, ґрунтовна відповідь (письмова робота) на запитання теми, що передбачає логічність і послідовність викладу матеріалу, володіння термінологією, показує вміння повно й глибоко використовувати теоретичні знання в практичній площині.

9. ОЦІНЮВАННЯ ЗАГАЛЬНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ ЗНАНЬ ЗДОБУВАЧІВ

Загальні результати знань здобувачів по даній дисципліні оцінюються наступним чином:

– **«Відмінно»/«зараховано» (А)** – від 90 до 100 балів. Здобувач виявляє особливі творчі здібності, вміє самостійно знаходити та опрацьовувати необхідну інформацію, демонструє знання матеріалу, проводить узагальнення і висновки. Був присутній на лекціях та семінарських заняттях, під час яких давав вичерпні, обґрунтовані, теоретично і практично правильні відповіді, має конспект з виконаними завданнями до самостійної роботи, презентував реферат за заданою тематикою, проявляє активність і творчість у науково-дослідній роботі;

– **«Добре»/«зараховано» (В)** – від 82 до 89 балів. Здобувач володіє знаннями матеріалу, але допускає незначні помилки у формуванні термінів, категорій, проте за допомогою викладача швидко орієнтується і знаходить правильні відповіді. Був присутній на лекціях та семінарських заняттях, має конспект з виконаними завданнями до самостійної роботи, презентував реферат за заданою тематикою, проявляє активність і творчість у науково-дослідній роботі;

– **«Добре»/«зараховано» (С)** – від 74 до 81 балів. Здобувач відтворює значну частину теоретичного матеріалу, виявляє знання і розуміння основних положень, з допомогою викладача може аналізувати навчальний матеріал, але дає недостатньо обґрунтовані, невичерпні відповіді, допускає помилки. При цьому враховується наявність конспекту з виконаними завданнями до самостійної роботи, реферату та активність у науково-дослідній роботі;

– **«Задовільно»/«зараховано» (D)** – від 64 до 73 балів. Здобувач був присутній не на всіх лекціях та семінарських заняттях, володіє навчальним матеріалом на середньому рівні, допускає помилки, серед яких є значна кількість суттєвих. При цьому враховується наявність конспекту з виконаними завданнями до самостійної роботи та рефератів;

– **«Задовільно»/«зараховано» (Е)** – від 60 до 63 балів. Здобувач був присутній не на всіх лекціях та семінарських заняттях, володіє навчальним матеріалом на рівні, вищому за початковий, значну частину його відтворює на репродуктивному рівні, на всі запитання дає необґрунтовані, невичерпні відповіді, допускає помилки, має неповний конспект з завданнями до самостійної роботи.

– **«Незадовільно з можливістю повторного складання»/«не зараховано» (FХ)** – від 35 до 59 балів. Здобувач володіє матеріалом на рівні окремих фрагментів, що становлять незначну частину навчального матеріалу.

– **«Незадовільно з обов’язковим повторним вивченням дисципліни»/«не зараховано» (F)** – від 1 до 34 балів. Здобувач не володіє навчальним матеріалом.

Таблиця відповідності результатів контролю знань за різними шкалами

100-бальна шкала	Шкала ECTS	Національна шкала	
		екзамен	залік
90-100	A	Відмінно	Зараховано
82-89	B	Добре	Зараховано
74-81	C		
64-73	D	Задовільно	Зараховано

60-63	E		
35-59	FX	Незадовільно	Не зараховано
1-34	F		

10. ДОТРИМАННЯ ВИМОГ АКАДЕМІЧНОЇ ДОБРОЧЕСНОСТІ

Викладання та засвоєння навчальної дисципліни передбачає неухильне дотримання вимог академічної доброчесності, яка регулюється Законом України «Про освіту» (Відомості Верховної Ради (ВВР), 2014, № 37-38, ст. 2004), «Методичними рекомендаціями для закладів вищої освіти з підтримки принципів академічної доброчесності» (Лист МОН № 1/9-650 від 23.10.2018), іншими нормативними документами. Зокрема, основні засади дотримання академічної доброчесності визначено у «Положенні про академічну доброчесність у Міжнародному гуманітарному університеті», «Кодексі академічної доброчесності Міжнародного гуманітарного університету» та «Інструкції щодо процедури технічної перевірки на наявність текстових запозичень (академічного плагіату)», затвердженої наказом Міжнародного гуманітарного університету № 708а від 03.05.2024.

Відповідно до ст. 42 Закону України «Про освіту» академічна доброчесність – це сукупність етичних принципів та визначених законом правил, якими мають керуватися учасники освітнього процесу під час навчання, викладання та провадження наукової (творчої) діяльності з метою забезпечення довіри до результатів навчання та/або наукових (творчих) досягнень.

Дотримання академічної доброчесності передбачає:

- самостійне виконання навчальних завдань, завдань поточного та підсумкового контролю результатів навчання (для осіб з особливими освітніми потребами ця вимога застосовується з урахуванням їхніх індивідуальних потреб і можливостей);
- посилання на джерела інформації у разі використання ідей, розробок, тверджень, відомостей;
- дотримання норм законодавства про авторське право і суміжні права;
- надання достовірної інформації про результати власної навчальної (наукової, творчої) діяльності, використані методики досліджень і джерела інформації.

11. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна

1. Osvaldo Gogliano Sobrinho, Liedi Ledi Mariani Bernucci, Pedro Luiz Pizzigatti Corrêa, Rosângela dos Santos Motta, Jeaneth Machicao, Angelo Samuel Junqueira, Robson Correia da Costa, Wellingthon Dias de Queiroz, Thales Cesar Giriboni de Mello e Silva, Pedro Lopes Ferraz, Luciano Cassaro, Luciano Oliveira. Big data analytics in support of the under-rail maintenance management at Vitória – Minas Railway. – IEEE, 2021 IEEE International Conference on Big Data (Big Data), 2021

2. Joelson Antônio dos Santos, Talat Iqbal Syed, Murilo C. Naldi, Ricardo J. G. B. Campello, Joerg Sander. Hierarchical Density-Based Clustering Using MapReduce. - IEEE Transactions on Big Data. – IEEE, Volume: 7, Issue: 1, 26 March 2019, p.102 – 114,
3. Xiao Wang, Deyu Bo, Chuan Shi, Shaohua Fan, Yanfang Ye, Philip S. Yu.- A Survey on Heterogeneous Graph Embedding: Methods, Techniques, Applications and Sources. – IEEE, IEEE Transactions on Big Data, 24 May 2022, p.1-1, <https://arxiv.org/abs/2011.14867>
4. Dhruva Borthakur. The Hadoop Distributed File System: Architecture and Design: - 44 p.
5. Feng Xia, Ke Sun, Shuo Yu, Abdul Aziz, Liangtian Wan, Shirui Pan, Huan Liu. Graph Learning: A Survey, IEEE Transactions on Artificial Intelligence, IEEE, 2021, p. 109 – 127/
6. О.Г. Додонов, О.В. Коваль, Ю.Д. Бойко, Л.С. Глоба. Комп'ютерне моделювання інформаційно-аналітичних систем - Київ.: ІПІ НАН України, 2016. -200 с.
7. Suh, N., & Cheng, G. (2025). A Survey on Statistical Theory of Deep Learning: Approximation, Training Dynamics, and Generative Models. Annual Review of Statistics and Its Application, 12, 177-207.
8. “Generalization in neural networks: A broad survey” (2024). Neurocomputing, 611, 128701. <https://arxiv.org/abs/2209.01610>
9. Lagani, G., Falchi, F., Gennaro, C., & Amato, G. et al. (2023). Spiking Neural Networks and Bio-Inspired Supervised Deep Learning: A Survey. <https://arxiv.org/abs/2307.16235>
10. Cheng, H., Zhang, M., & Shi, J. Q. F. et al. (2023). A Survey on Deep Neural Network Pruning-Taxonomy, Comparison, Analysis, and Recommendations. <https://arxiv.org/abs/2308.06767>

Допоміжна

1. Yang Ji, Ying Sun, Yuting Zhang, Zhigaoyuan Wang, Yuanxin Zhuang, Zheng Gong, Dazhong Shen, Chuan Qin, Hengshu Zhu, Hui Xiong. (2025). A Comprehensive Survey on Self-Interpretable Neural Networks. <https://arxiv.org/abs/2501.15638>
2. Kose, H. T., Nunez-Yanez, J., Piechocki, R., & Pope, J. A. (2024). A Survey of Computationally Efficient Graph Neural Networks for Reconfigurable Systems. Information, 15(7), 377. <https://www.mdpi.com/2078-2489/15/7/377>
3. “Neural network developments: A detailed survey from static to dynamic models” (2024). Computers & Electrical Engineering, 120 Part A, 109710. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0045790624006372>
4. El-Moussaoui, M., Hanine, M., Kartit, A., Villar, M. G., Garay, H., & de la Torre Díaz, I. (2025). A Systematic Review of Deep Learning Methods for Community Detection in Social Networks. Frontiers in Artificial Intelligence, 8:1572645. <https://www.frontiersin.org/journals/artificial-intelligence/articles/10.3389/frai.2025.1572645/full>
5. M. Dreger, K. Malek, and M. Eikerling, “Large language models for knowledge graph extraction from tables in materials science,” Digital Discovery, vol. 4, pp. 1221-1231, 2025, <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2025/dd/d4dd00362d>
6. J. Du, G. Liu, J. Gao, X. Liao, J. Hu, L. Wu, et al., “Graph Neural Network-Based Entity Extraction and Relationship Reasoning in Complex Knowledge Graphs,” <https://arxiv.org/abs/2411.15195>
7. Y. Li, D. Song, C. Zhou, Y. Tian, Z. Yang, and S. Zhou, “A Framework of Knowledge Graph-Enhanced Large Language Model Based on Question Decomposition and Atomic Retrieval,” in Findings of the Association for Computational Linguistics: EMNLP 2024, pp. 11472-11485, 2024.

8. H. Liu, S. Wang, Y. Zhu, Y. Dong, and J. Li, "Knowledge Graph-Enhanced Large Language Models via Path Selection," in Findings of the Association for Computational Linguistics: ACL 2024, pp. 6311-6321, 2024, <https://arxiv.org/abs/2406.13862>
9. "A Brief Survey on Deep Learning-Based Temporal Knowledge Graph Completion," Applied Sciences, vol. 14, no. 19, p. 8871, 2024, <https://www.mdpi.com/2076-3417/14/19/8871>
10. Y. Chen, M. Tian, Q. Wu, L. Tao, T. Jiang, Q. Qiu, H. Huang, and H. Huang, "A deep learning-based method for deep information extraction from multimodal data for geological reports to support geological knowledge graph construction," Earth Science Informatics, 2024, <https://link.springer.com/article/10.1007/s12145-023-01207-0>
11. N. Zhang, X. Xu, L. Tao, H. Yu, H. Ye, X. Xie, H. Chen, et al., "DeepKE: A Deep Learning Based Knowledge Extraction Toolkit for Knowledge Base Population," 2022, <https://aclanthology.org/2022.emnlp-demos.10/>
12. "LLM-TIKG: Threat Intelligence Knowledge Graph Construction Utilizing Large Language Model," Computers & Security, vol. 145, p. 103999, 2024.
13. Hongming Cai, Boyi Xu, Lihong Jiang, Athanasios V. Vasilakos. IoT-Based Big Data Storage Systems in Cloud Computing: Perspectives and Challenges, IEEE INTERNET OF THINGS JOURNAL, VOL. 4, NO. 1, FEBRUARY 2017, p.p. 75-87.
14. Henrik Brink, Joseph W. Richards, Mark Fetherolf Real-world Mashing Leaning: Manning Publications Co., 2017.- 243 p, <https://www.oreilly.com/library/view/real-world-machine-learning/9781617291920/>
15. Mykhailo Ilchenko, Leonid Uryvsky, Larysa Globa. Advances in Information and Communication Technology and Systems, The book series Lecture Notes in Networks and Systems, Volume 152, ISSN 2367-3370 ISSN 2367-3389 (electronic), Lecture Notes in Networks and Systems, Springer Nature Switzerland AG 2021, 436 p., <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-58359-0>
16. Mykhailo Ilchenko, Leonid Uryvsky, Larysa Globa, Advances in Information and Communication Technologies, Processing and Control in Information and Communication Systems, The book series Lecture Notes in Electrical Engineering, Volume 560, ISSN 1876-1100 ISSN 1876-1119 (electronic), Lecture Notes in Electrical Engineering, Print, Springer Nature Switzerland AG 2019, 299 c. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-16770-7>

Інформаційні ресурси

1. <https://learn.microsoft.com/en-us/>
2. <https://www.coursera.org/>
3. <https://en.wikipedia.org/wiki/Database>