

ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Кафедра кібербезпеки та програмного забезпечення

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

MACHINE LEARNING

Рівень вищої освіти другий (магістерський)
Галузь знань Інформаційні технології

Розглянуто на засіданні кафедри Протокол №17 від 29 червня 2022 р.

м. Кропивницький – 2022

ЗМІСТ

1. Загальна інформація
2. Анотація до дисципліни
3. Мета і завдання дисципліни
4. Формат дисципліни
5. Результати навчання
6. Обсяг дисципліни
7. Пререквізити
8. Технічне і програмне забезпечення / обладнання
9. Політика курсу
10. Навчально-методична карта дисципліни
11. Система оцінювання та вимоги
12. Рекомендована література

1. Загальна інформація

Назва дисципліни	MACHINE LEARNING
Рік викладання	2022-2023 навчальний рік
Викладач	Мелешко Єлизавета Владиславівна, доктор технічних наук, професор http://kbpz.kntu.kr.ua/melehko-elizaveta/ https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57212031323 https://scholar.google.com.ua/citations?user=hZ93GDsAAAAJ&hl https://www.researchgate.net/profile/Elizaveta_Melesko https://orcid.org/0000-0001-8791-0063
Контактний телефон	(0522)-390-449 – кафедра кібербезпеки та програмного забезпечення, робочі дні з 8 ³⁰ до 14 ²⁰
E-mail:	elismelshko@gmail.com
Консультації	<i>Очні консультації</i> згідно розкладу консультацій Вівторок та Середа з 14 ²⁰ до 15 ³⁰ <i>Онлайн консультації</i> за попередньою домовленістю в робочі дні з 8 ³⁰ до 14 ²⁰

2. Анотація дисципліни

Курс «Machine Learning» призначений для набуття теоретичних та практичних знань з використання, розробки та реалізації алгоритмів штучного інтелекту.

3. Мета і завдання дисципліни

Метою викладання дисципліни «Machine Learning» є надбання майбутніми спеціалістами глибоких знань з проектування та програмної реалізації різноманітних інтелектуальних систем, побудованих на різних програмних платформах.

Основними **завданнями** вивчення дисципліни є:

- здобути теоретичні знання про алгоритми машинного навчання;
- навчитися розробляти, реалізовувати та застосовувати алгоритми машинного навчання для рішення практичних задач.
- здобути та закріпити наступні компетентності

(згідно з Освітньо-професійною програмою «Комп'ютерні науки» Центральноукраїнського національного технічного університету):

Соціальні навички (soft-skills):

ЗК2. Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу.

ЗК3. Здатність проводити дослідження на відповідному рівні.

ЗК4. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК5. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

ЗК6. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

ЗК7. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

Фахові (special-skills):

СК2. Здатність розробляти алгоритмічне та програмне забезпечення, компоненти комп'ютерних систем та мереж, Інтернет додатків, кіберфізичних систем з використанням сучасних методів і мов програмування, а також засобів і систем автоматизації проектування.

СК5. Здатність будувати архітектуру та створювати системне і прикладне програмне забезпечення комп'ютерних систем та мереж.

СК9. Здатність представляти результати власних досліджень та/або розробок у вигляді презентацій, науково-технічних звітів, статей і доповідей на науково-технічних конференціях.

СК11. Здатність обирати ефективні методи розв'язування складних задач комп'ютерної інженерії, критично оцінювати отримані результати та аргументувати прийняті рішення.

4. Формат дисципліни

Для денної форми навчання:

Викладання курсу передбачає для засвоєння дисципліни традиційні лекційні заняття із застосуванням електронних презентацій, у поєднанні з лабораторними заняттями з застосуванням комп'ютерів.

Формат очний (Face to face).

Для заочної форми навчання:

Під час сесії формат очний (Face to face), у міжсесійний період – дистанційний (online).

5. Результати навчання

Програмні результати вивчення дисципліни (згідно з Освітньо-професійною програмою з «Комп'ютерні науки» Центральноукраїнського національного технічного університету):

ПР2. Знаходити необхідні дані, аналізувати та оцінювати їх.

ПР4. Застосовувати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки у сфері комп'ютерної інженерії, необхідні для професійної діяльності, оригінального мислення та проведення досліджень, критичного осмислення проблем інформаційних технологій та на межі галузей знань.

ПР5. Розробляти і реалізовувати проекти у сфері комп'ютерної інженерії та дотичні до неї міждисциплінарні проекти з урахуванням інженерних, соціальних, економічних, правових та інших аспектів.

ПР6. Аналізувати проблематику, ідентифікувати та формулювати конкретні проблеми, що потребують вирішення, обирати ефективні методи їх вирішення.

ПР10. Здійснювати пошук інформації в різних джерелах для розв'язання задач комп'ютерної інженерії, аналізувати та оцінювати цю інформацію.

6. Обсяг дисципліни

Ознака дисципліни, вид заняття	Кількість годин
Рекомендації щодо семестру вивчення	1 семестр
Спеціальність	122 Комп'ютерні науки
Кількість кредитів / годин	4/120
Кількість змістових модулів	1
Нормативна / вибіркова	Вибіркова
лекції	28
лабораторні роботи	14
самостійна робота	78
Вид підсумкового контролю:	залік

7. Пререквізити

Враховуючи послідовність накопичення знань та інформації, дисципліна викладається на базі знань з фундаментальних та професійно-орієнтованих дисциплін: «Вища математика», «Дискретна математика», «Базові методології та технології програмування» та «Алгоритми та структури даних» та/або «Основи комп'ютерних технологій» та/або «Скриптові мови програмування».

8. Технічне і програмне забезпечення /обладнання

Обов'язкове технічне забезпечення: для студентів ПК з доступом до мережі Інтернет для виконання лабораторних робіт, взаємодії з системою дистанційної освіти Moodle, online консультацій з викладачем; для викладача мультимедійний проектор та ноутбук для демонстрації лекційного матеріалу.

Рекомендоване технічне забезпечення: принтер для друку звітів лабораторних робіт, рефератів (матеріали можуть надаватися в електронному вигляді).

Рекомендоване програмне забезпечення: алгоритми, що розглядаються у дисципліні, можуть реалізовуватися студентом на будь-яких мовах програмування та у будь-яких середовищах розробки на вибір студента, бажаним є використання мови програмування Python 3.x або C# та середовищ розробки JupyterLab або Visual Studio.

9. Політика дисципліни

Академічна доброчесність:

Очікується, що студенти будуть дотримуватися принципів академічної доброчесності, усвідомлювати наслідки її порушення. Детальніше за посиланням URL: <http://www.kntu.kr.ua/doc/dobro.pdf>

Відвідування занять:

Відвідування занять є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають лекції і практичні заняття курсу. Пропущені заняття повинні бути відпрацьовані не пізніше, ніж за тиждень до залікової сесії.

Поведінка на заняттях

Недопустимість: запізнь на заняття, списування та плагіат, несвоєчасне виконання поставленого завдання.

При організації освітнього процесу в Центральноукраїнському національному технічному університеті студенти, викладачі та адміністрація діють відповідно до: Положення про організацію освітнього процесу; Положення про організацію вивчення навчальних дисциплін вільного вибору; Положення про рубіжний контроль успішності і сесійну атестацію студентів ЦНТУ; Кодексу академічної доброчесності ЦНТУ.

10. Тематика лекційних та практичних занять

Тиждень, дата, академічні години	Тема, основні питання	Форма діяльності (заняття) /формат	Матеріали	Література, інформаційні ресурси	Самостійна робота, завдання, години	Вага оцінки (кількість балів)	Термін виконання
Змістовий модуль I. Моделі представлення знань та експертні системи							
Тиж. 1, 2 (за розкладом) 4 год.	Тема 1 Вступ у машинне навчання та інтелектуальний аналіз даних. Основні поняття.	Лекція / <i>Face to face</i>	Презентація	[1-9, 10, 12-14] – відповідні теми	Опрацювати матеріал лекції. Підготувати доповідь на тему: «Порівняльний аналіз алгоритмів навчання з учителем, без учителя, з підкріпленням» 5 год.	7	Самостійна робота до кінця 2 тижня
Тиж. 2 (за розкладом)	Тема 1 <i>Перевірка статистичних гіпотез.</i>	Лабораторна робота /	Методичні рекомендації	[1-9, 10, 12-14] – відповідні	Оформити звіт з виконаної лабораторної роботи та підготувати	7	Самостійна робота до кінця 2 тижня

2 год.		<i>Face to face</i>		теми	відповіді на контрольні питання. 5 год.		
Тиж. 3, 4 (за розкладом) 4 год.	Тема 2 Алгоритми неієрархічної кластеризації.	Лекція / <i>Face to face</i>	Презентація	[1-9, 10, 12-14] – відповідні теми	Опрацювати матеріал лекції. Підготувати доповідь на тему: «Порівняльний аналіз алгоритмів кластеризації даних» 5 год.	7	Самостійна робота до кінця 4 тижня
Тиж. 4 (за розкладом) 2 год.	Тема 2 Алгоритм кластеризації <i>k</i> -найближчих сусідів.	Лабораторна робота / <i>Face to face</i>	Методичні рекомендації	[1-9, 10, 12-14] – відповідні теми	Оформити звіт з виконаної лабораторної роботи та підготувати відповіді на контрольні питання. 5 год.	7	Самостійна робота до кінця 4 тижня
Тиж. 5, 6 (за розкладом) 4 год.	Тема 3 Алгоритми ієрархічної кластеризації.	Лекція / <i>Face to face</i>	Презентація	[1-9, 10, 12-14] – відповідні теми	Опрацювати матеріал лекції. Підготувати доповідь на тему: «Порівняльний аналіз різних типів нейронних мереж» 5 год.	7	Самостійна робота до кінця 6 тижня
Тиж. 6 (за розкладом) 2 год.	Тема 3 Побудова дендограми.	Лабораторна робота / <i>Face to face</i>	Методичні рекомендації	[1-9, 10, 12-14] – відповідні теми	Оформити звіт з виконаної лабораторної роботи та підготувати відповіді на контрольні питання. 5 год.	7	Самостійна робота до кінця 6 тижня
Тиж. 7, 8 (за розкладом) 4 год.	Тема 4 Алгоритми оптимізації.	Лекція / <i>Face to face</i>	Презентація	[1-9, 10, 12-14] – відповідні теми	Опрацювати матеріал лекції. Підготувати доповідь на тему: «Порівняльний аналіз різних алгоритмів оптимізації» 6 год.	7	Самостійна робота до кінця 8 тижня
Тиж. 8 (за розкладом) 2 год.	Тема 4 Градієнтний спуск.	Лабораторна робота / <i>Face to face</i>	Методичні рекомендації	[1-9, 10, 12-14] – відповідні теми	Оформити звіт з виконаної лабораторної роботи та підготувати відповіді на контрольні питання. 6 год.	7	Самостійна робота до кінця 8 тижня
Тиж. 9, 10 (за розкладом) 4 год.	Тема 5 Алгоритми фільтрації даних.	Лекція / <i>Face to face</i>	Презентація	[1-9, 10, 12-14, 25-37] – відповідні теми	Опрацювати матеріал лекції. Підготувати доповідь на тему: «Порівняльний аналіз графових алгоритмів кластеризації» 6 год.	7	Самостійна робота до кінця 10 тижня
Тиж. 10 (за розкладом) 2 год.	Тема 5 Колаборативна фільтрація.	Лабораторна робота / <i>Face to face</i>	Методичні рекомендації	[1-9, 10, 12-14, 25-37] – відповідні теми	Оформити звіт з виконаної лабораторної роботи та підготувати відповіді на контрольні питання. 6 год.	7	Самостійна робота до кінця 10 тижня
Тиж. 11, 12 (за розкладом) 4 год.	Тема 6 Пошук та ранжування даних.	Лекція / <i>Face to face</i>	Презентація	[1-9, 10, 12-14] – відповідні теми	Опрацювати матеріал лекції. Підготувати доповідь на тему: «Асоціативні мережі. Пошук асоціативних правил» 6 год.	7	Самостійна робота до кінця 12 тижня

Тиж. 12 (за розкладом) 2 год.	Тема 6 <i>Алгоритм PageRank.</i>	Лабораторна робота / <i>Face to face</i>	Методичні рекомендації	[1-9, 10, 12-14] – відповідні теми	Оформити звіт з виконаної лабораторної роботи та підготувати відповіді на контрольні питання. 6 год.	7	Самостійна робота до кінця 12 тижня
Тиж. 13, 14 (за розкладом) 4 год.	Тема 7 Рєвї алгоритми.	Лекція / <i>Face to face</i>	Презентація	[1-9, 10, 12-14] – відповідні теми	Опрацювати матеріал лекції. Підготувати доповідь на тему: «Порівняльний аналіз еволюційних алгоритмів» 6 год.	8	Самостійна робота до кінця 14 тижня
Тиж. 14 (за розкладом) 2 год.	Тема 7 <i>Мурашиний алгоритм.</i>	Лабораторна робота / <i>Face to face</i>	Методичні рекомендації	[1-9, 10, 12-14] – відповідні теми	Оформити звіт з виконаної лабораторної роботи та підготувати відповіді на контрольні питання. 6 год.	8	Самостійна робота до кінця 14 тижня
Максимальна кількість балів за змістовим модулем I						100 балів	

11. Система оцінювання та вимоги

Види контролю: поточний, підсумковий.

Методи контролю: спостереження за навчальною діяльністю, усне опитування, письмовий контроль, тестовий контроль.

Форма підсумкового контролю: екзамен.

Контроль знань і умінь (поточний і підсумковий) з дисципліни «Machine Learning» здійснюється згідно з кредитною трансферно-накопичувальною системою організації навчального процесу. Рейтинг студента із засвоєння дисципліни визначається за 100-бальною шкалою. Він складається з рейтингу навчальної роботи, а саме, засвоєння теоретичного матеріалу під час аудиторних занять та самостійної роботи, виконання лабораторних робіт та індивідуальних завдань. Навчальна робота може бути максимум оцінена у 100 балів.

Розподіл балів, які отримують студенти при вивченні дисципліни «Machine Learning»

Поточний контроль та самостійна робота														Залік	Сума
Змістовий модуль 1															
T1		T2		T3		T4		T5		T6		T7			
Л	ЛР	Л	ЛР	Л	ЛР	Л	ЛР	Л	ЛР	Л	ЛР	Л	ЛР		
7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	8	8	100	100

Примітка: T1, T2, ..., T7 – тема, Л – теоретичні (лекційні) заняття, ЛР – лабораторні роботи

Шкала оцінювання: національна та ЄКТС

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ЄКТС	Оцінка за національною шкалою
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики
90-100	A	відмінно
82-89	B	добре
74-81	C	
64-73	D	задовільно
60-63	E	
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання
1-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

Критерії оцінювання. Еквівалент оцінки в балах для кожної окремої теми може бути різний, загальну суму балів за тему визначено в навчально-методичній карті. Розподіл балів між видами занять (лекції, практичні заняття, самостійна робота) можливий шляхом спільного прийняття рішення викладача і студентів на першому занятті:

оцінку **«відмінно» (90-100 балів, A)** заслуговує студент, який:

- всебічно, систематично і глибоко володіє навчально-програмовим матеріалом;
- вміє самостійно виконувати завдання, передбачені програмою, використовує набуті знання і вміння у нестандартних ситуаціях;
- засвоїв основну і ознайомлений з додатковою літературою, яка рекомендована програмою;
- засвоїв взаємозв'язок основних понять дисципліни та усвідомлює їх значення для професії, яку він набуває;
- вільно висловлює власні думки, самостійно оцінює різноманітні життєві явища і факти, виявляючи особистісну позицію;
- самостійно визначає окремі цілі власної навчальної діяльності, виявив творчі здібності і використовує їх при вивченні навчально-програмового матеріалу, проявив нахил до наукової роботи.

оцінку **«добре» (82-89 балів, B)** – заслуговує студент, який:

- повністю опанував і вільно (самостійно) володіє навчально-програмовим матеріалом, в тому числі застосовує його на практиці, має системні знання достатньому обсязі відповідно до навчально-програмового матеріалу, аргументовано використовує їх у різних ситуаціях;
- має здатність до самостійного пошуку інформації, а також до аналізу, постановки і розв'язування проблем професійного спрямування;
- під час відповіді допустив деякі неточності, які самостійно виправляє, добирає переконливі аргументи на підтвердження вивченого матеріалу;

оцінку **«добре» (74-81 бал, C)** - заслуговує студент, який:

- в загальному роботу виконав, але відповідає на екзамені з певною кількістю помилок;
- вміє порівнювати, узагальнювати, систематизувати інформацію під керівництвом викладача, в цілому самостійно застосовувати на практиці, контролювати власну діяльність;

- опанував навчально-програмовий матеріал, успішно виконав завдання, передбачені програмою, засвоїв основну літературу, яка рекомендована програмою; оцінку **«задовільно» (64-73 бали, D)** – заслуговує студент, який:

- знає основний навчально-програмовий матеріал в обсязі, необхідному для подальшого навчання і використання його у майбутній професії; - виконує завдання, але при рішенні допускає значну кількість помилок;

- ознайомлений з основною літературою, яка рекомендована програмою;
- допускає на заняттях чи екзамені помилки при виконанні завдань, але під керівництвом викладача знаходить шляхи їх усунення. оцінку **«задовільно» (60-63 бали, E)** – заслуговує студент, який:
 - володіє основним навчально-програмовим матеріалом в обсязі, необхідному для подальшого навчання і використання його у майбутній професії, а виконання завдань задовольняє мінімальні критерії. Знання мають репродуктивний характер.
- оцінка **«незадовільно» (35-59 балів, FX)** – виставляється студенту, який:
 - виявив суттєві прогалини в знаннях основного програмового матеріалу, допустив принципові помилки у виконанні передбачених програмою завдань.
- оцінку **«незадовільно» (35 балів, F)** – виставляється студенту, який:
 - володіє навчальним матеріалом тільки на рівні елементарного розпізнавання і відтворення окремих фактів або не володіє зовсім;
 - допускає грубі помилки при виконанні завдань, передбачених програмою;
 - не може продовжувати навчання і не готовий до професійної діяльності після закінчення університету без повторного вивчення даної дисципліни.

12. Рекомендована література

Базова

1. Weidman S. Deep Learning from Scratch: Building with Python from First Principles. – O'Reilly. – 252 p.
2. Кавун С.В., Смірнов О.А., Сорбат І.В., Мелешко Є.В., Коваленко О.В. Системи штучного інтелекту // Навчальний посібник – Кіровоград: КНТУ 2013. – 335 с.
3. Мелешко Є.В. Конспект лекцій з предмету «Machine Learning» // електронний ресурс – Кропивницький: ЦНТУ 2022.
4. Мелешко Є.В. Комп'ютерні системи штучного інтелекту. Методичні вказівки до виконання самостійної роботи для студентів очної та заочної форм навчання спеціальностей 122 «Комп'ютерні науки», 123 «Комп'ютерна інженерія». – Кропивницький: ЦНТУ, 2017. – 9 с.
5. Hurbans R. Grokking Artificial Intelligence Algorithms. – Manning, 2020. – 631 p.
6. Brink H., Richards J., Fetherolf M. Real-World Machine Learning. – Manning, 2016. – 474 p.
7. Knowledge Base A Complete Guide - 2021 Edition // The Art of Service - Knowledge Base Publishing, 2020. – 306 p.
8. Mattmann C. Machine Learning with TensorFlow, Second Edition. – Manning, 2020. – 1124 p.
9. Mueller J.P., Massaron L. Machine Learning For Dummies. – Wiley, 2016. – 714 p.

Допоміжна

10. Kotu V., Deshpande B. Data Science: Concepts and Practice. – Elsevier Science, 2018. – 953 p.
11. Teofili T. Deep Learning for Search. – Manning, 2019. – 695 p.
12. Aho A.V., Hopcroft J.E., Ullman J.D. Data Structures and Algorithms. – Pearson, 2001. – 620 с.
13. Cormen T.H., Leiserson C.E., Rivest R.L., Stein C. Introduction to Algorithms, 3rd Edition (The MIT Press) 3rd Edition – The MIT Press, 2019. – 1292 p.
14. Knuth D. The Art of Computer Programming, Vol. 1: Fundamental Algorithms, 3rd Edition 3rd Edition. – Addison-Wesley Professional, 2019. – 672 p.

15. Rungta K. TensorFlow in 1 Day: Make your own Neural Network. – Publishdrive, 2019. – 587 p.
16. Gusfield D. Algorithms on Strings, Trees, and Sequences: Computer Science and Computational Biology 1st Edition. – Cambridge University Press, 2008. – 556 p.

Інформаційні ресурси

17. <https://www.codeproject.com/> – колективний блог з новинами та навчальними статтями про інформаційні технології та програмування.
18. <http://stackoverflow.com/> – система питань і відповідей для професійних програмістів та новачків у програмуванні.
19. <https://dou.ua/> – український веб-сайт з елементами колективного блогу, створений для розповсюдження новин, аналітичних статей та свіжої інформації пов'язаної із інформаційними технологіями.
20. <http://www.algomatic.com/> – це платформа для перегляду, обміну і створення візуалізацій алгоритмів.
21. <https://prometheus.org.ua/> – українська платформа безкоштовних онлайн-курсів
22. <http://moodle.kntu.kr.ua/my/> – Дистанційна освіта ЦНТУ.
23. <https://www.tensorflow.org/> – An end-to-end open source machine learning platform
24. <http://leenissen.dk/> – Fast Artificial Neural Network Library

Наукові публікації

25. Mohammed A.S., Meleshko, Y., Balaji S.B., Semenov S. Collaborative Filtering Method with the use of Production Rules Proceedings of ICCIKE, Amity University DubaiDubai; United Arab Emirates. –2019. – с. 387-391 (SCOPUS) (Web of Science) – URL: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85080933551&origin=resultslist>
26. Мелешко Є.В. Методи оцінки якості роботи рекомендаційних систем // Збірник наукових праць Системи управління, навігації та зв'язку. – Полтава: ПНТУ, 2018. - Вип. 5 (51). - С. 92-97. (фахове видання) – URL: <http://journals.nupp.edu.ua/sunz/article/view/1271> (Index Copernicus, Google Scholar)
27. Мелешко Є.В. Проблеми сучасних рекомендаційних систем та методи їх рішення // Збірник наукових праць Системи управління, навігації та зв'язку. Збірник наукових праць. – Полтава: ПНТУ, 2018. – Т. 4 (50). – С. 120-124. (фахове видання) – URL: <http://journals.nupp.edu.ua/sunz/article/view/1211> (Index Copernicus, Google Scholar)
28. Meleshko Ye. Method of collaborative filtration based on associative networks of users similarity // Науковий журнал Сучасні інформаційні системи. – Харків: НТУ "ХПИ", 2018. - Т. 2, № 4. - С. 55-59. (фахове видання) – URL: <http://ais.khpi.edu.ua/article/view/2522-9052.2018.4.09> (Google Scholar)
29. Мелешко Є.В. Методи кластеризації графів соціальних мереж для побудови рекомендаційних систем // Збірник наукових праць Системи управління, навігації та зв'язку. Збірник наукових праць. – Полтава: ПНТУ, 2019. – Т. 2 (54). – С. 129-134. (фахове видання) – URL: <http://journals.nupp.edu.ua/sunz/article/view/1421> (Index Copernicus, Google Scholar)
30. Meleshko Ye. Method of generating recommendations lists with considering activity indexes of users in a recommendation system // Науковий журнал Сучасні інформаційні системи. – Харків: НТУ "ХПИ", 2019. – Т. 3, № 1. – С. 43-47. (фахове видання) – URL: <http://ais.khpi.edu.ua/article/view/2522-9052.2019.1.07> (Google Scholar)

31. Meleshko Ye. Computer model of virtual social network with recommendation system // Науковий журнал Сучасний стан наукових досліджень та технологій в промисловості. – Харків: ХНУРЕ, 2019. – Вип. 2(8). – С. 80-84 **(фахове видання)** – URL: <http://journals.uran.ua/itssi/article/view/2522-9818.2019.8.080> **(Google Scholar)**
32. Meleshko Ye., Drieiev O., Drieieva H. Method of identification bot profiles based on neural networks in recommendation systems // Advanced Information Systems. – 2020. – Vol. 4, No. 2 – С. 24-28. **(фахове видання)** – URL: <http://ais.khpi.edu.ua/article/view/2522-9052.2020.2.05> **(Google Scholar)**
33. Meleshko Ye., Drieiev O., Al-Oraiqat A.M. The improved model of user similarity coefficients computation for recommendation systems // Innovative technologies and scientific solutions for industries, Vol. 3 (13). – 2020. – pp. 52-57. doi: <https://doi.org/10.20998/2522-9052.2020.3.06> **(фахове видання)** – URL: <http://ais.khpi.edu.ua/article/view/2522-9052.2020.3.06> **(Google Scholar)**
34. Meleshko Ye. The method of detecting information attack objects in recommendation system based on the analysis of rating trends // Innovative technologies and scientific solutions for industries, Vol. 3 (13). – 2020. – pp. 52-57. doi: 10.30837/itssi.2020.13.052 **(фахове видання)** – URL: <https://www.itssi-journal.com/index.php/itssi/article/view/215> **(Google Scholar)**
35. Міхав В.В., Мелешко Є.В., Шимко С.В. Методи та структури даних для реалізації бази даних рекомендаційної системи соціальної мережі // Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація: збірник наукових праць Центральноукраїнського національного технічного університету.– Кропивницький: ЦНТУ.– вип.. 4(35) – 2021. С. 8-16 **(Фахове видання категорії Б)** – URL: <http://mapiea.kntu.kr.ua/archive/35.html> **(Index Copernicus, ResearchBib, Google Scholar)**
36. Meleshko Y., Yakymenko M., Bosko V. A method of computer simulation modeling of user and bot behavior in a recommendation system using the graph database NEO4J // Innovative technologies and scientific solutions for industries, Kharkiv, Ukraine. – 2021. – Vol. 3(17). – pp. 23-31. DOI: <https://doi.org/10.30837/ITSSI.2021.17.023> (ISSN 2522-9818 (print)) **(Фахове видання категорії Б) (Index Copernicus, Google Scholar)**
37. Міхав В.В., Мелешко Є.В., Якименко М.С., Бащенко Д.В. Методи зберігання даних рекомендаційної системи на основі зв'язних списків // Системи управління, навігації та зв'язку – Полтава: ПНТУ, 2021. – Т. 4(66). – С. 59-62. – doi: <https://doi.org/10.26906/SUNZ.2021.4.059>. **(Фахове видання категорії Б)**