

ЦентRALЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Кафедра кібербезпеки та програмного забезпечення



“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Проректор з науково-педагогічної роботи

Андрій КИРИЧЕНКО

“ 25 ” 08 2025 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Machine Learning

(назва навчальної дисципліни)

спеціальність

F7 – Комп'ютерна інженерія

(шифр і назва спеціальності)

освітня програма

«Комп'ютерна інженерія»

(назва освітньої програми)

факультет

механіко-технологічний

(назва факультету)

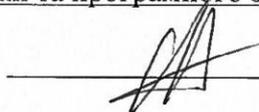
Розробники: Мелешко Є.В. доктор технічних наук, доцент кафедри кібербезпеки та програмного забезпечення Центральноукраїнського національного технічного університету, Дресєв О.М. доцент кафедри кібербезпеки та програмного забезпечення, кандидат технічних наук, Ткачук Р.О. Software Engineer, Україна м. Харків «EPAM Systems» / асистент кафедри кібербезпеки та програмного забезпечення Центральноукраїнського національного технічного університету

(вказати авторів, їхні посади, наукові ступені та вчені звання)

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри кібербезпеки та програмного забезпечення

Протокол № 15 від 26 червня 2025 р.

Завідувач кафедри кібербезпеки та програмного забезпечення



(Олексій Смірнов)
(підпис)
(прізвище та ініціали)

Декан механіко-технологічного факультету



(Віталій МАЖАРА)
(підпис)
(прізвище та ініціали)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 5	Галузь знань <u>F Інформаційні технології</u> (шифр і назва)	Спеціальної (фахової) підготовки	
Загальна кількість годин: денна форма навчання – 150 заочна форма навчання – 150	Спеціальність: <u>F7 «Комп'ютерна інженерія»</u> Освітньо-кваліфікаційний рівень: Магістр	Рік підготовки	
		1-й	1-й
		Семестр	
		1-й	1-й
		Лекції	
		32 год.	4 год.
		Лабораторні	
		16 год.	2 год.
		Самостійна робота	
		102 год. (72 год+30 год екз.)	144 год.
		Вид контролю:	
		екзамен (30 год)	екзамен

Мова навчання українська

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Курс «Machine Learning» призначений для набуття теоретичних та практичних знань з використання, розробки та реалізації алгоритмів і моделей машинного навчання в складі інтелектуальних систем для задач аналізу даних, класифікації, прогнозування та підтримки прийняття рішень.

Метою викладання дисципліни «Machine Learning» є формування у здобувачів знань і навичок проектування та програмної реалізації рішень машинного навчання для інтелектуальних систем у складі комп'ютерних систем і мереж на різних програмних платформах. Дисципліна забезпечує опанування підходів до побудови архітектури програмного забезпечення ML компонентів, уміння аналізувати та формулювати задачі, обирати ефективні методи їх розв'язання, критично оцінювати результати й аргументувати інженерні рішення на основі сучасних наукових здобутків. Передбачено виконання проєктів з урахуванням міждисциплінарних аспектів, пошук і оцінювання інформації з різних джерел, а також опрацювання апаратно-програмної реалізації та обчислювального прискорення з урахуванням ресурсних і енергетичних обмежень. Результати навчання включають здатність представляти розробки та дослідження у звітах, статтях і презентаціях.

Основними **завданнями** вивчення навчальної дисципліни є формування наступних компетенцій магістра з комп'ютерної інженерії.

Завданням вивчення дисципліни є формування компетентностей (ЗК – загальних, СК – фахових):

- **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.
- **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.
- **СК14.** Здатність досліджувати і розробляти апаратно-програмне забезпечення інтелектуальних систем.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент буде забезпечити наступні **програмні результати**:

– **РН1.** Застосовувати загальні підходи пізнання, методи математики, природничих та інженерних наук до розв’язання складних задач комп’ютерної інженерії.

– **РН2.** Знаходити необхідні дані, аналізувати та оцінювати їх.

– **РН4.** 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.

– **РН5.** Розробляти і реалізовувати проекти у сфері комп’ютерної інженерії та дотичні до неї міждисциплінарні проекти з урахуванням інженерних, соціальних, економічних, правових та інших аспектів.

– **РН6.** Аналізувати проблематику, ідентифікувати та формулювати конкретні проблеми, що потребують вирішення, обирати ефективні методи їх вирішення.

– **РН10.** Здійснювати пошук інформації в різних джерелах для розв’язання задач комп’ютерної інженерії, аналізувати та оцінювати цю інформацію.

– **РН13.** Зрозуміло і недвозначно доносити власні знання, висновки та аргументацію з питань інформаційних технологій і дотичних міжгалузевих питань до фахівців і нефахівців, зокрема до осіб, які навчаються.

– **РН17.** Розробляти апаратно-програмні рішення інтелектуальних систем з використанням апаратно-орієнтованих методів штучного інтелекту, обґрунтовувати вибір архітектури та способів обчислювального прискорення з урахуванням обчислювальних, енергетичних і ресурсних обмежень і особливостей архітектури комп’ютерних систем.

Пререквізити

Навчальна дисципліна “ Machine Learning ” викладається на першому курсі навчання на ОПП F7 “Комп’ютерна інженерія ” (семестр 1), тому її підґрунтям є питання, визначені освітніми програмами бакалаврського рівня.

3. Програма навчальної дисципліни

Тема 1. Постановка задач машинного навчання та дизайн експерименту.

(Формалізація задачі, постановка гіпотез, план експерименту, критерії успіху, формування наукових гіпотез)

Тема 2. Статистичні основи ML та лінійна регресія.

(Ймовірнісні поняття, оцінки параметрів, модель лінійної регресії та її обмеження)

Тема 3. Класифікація без нейронних мереж.

(Логістична регресія, kNN, наївний Байєс, область застосування та типові помилки)

Тема 4. Деревя рішень і ансамблі.

(Деревя, Random Forest, градієнтний бустинг, контроль перенавчання)

Тема 5. Метрики якості, крос-валідація, bias-variance та узагальнення.

(Метрики для регресії/класифікації, стратегії валідації, баланс зміщення та дисперсії)

Тема 6. Відбір ознак, регуляризація та інтерпретованість моделей.

(Методи відбору ознак, L1/L2-регуляризація, пояснюваність і стабільність моделей)

Тема 7. Зниження розмірності.

(PCA, t-SNE, UMAP, візуалізація і підготовка даних для наступних етапів)

Тема 8. Кластеризація.

(k-means, DBSCAN, ієрархічні методи, оцінка якості кластерів)

Тема 9. Часові ряди.

(ARIMA, сезонність, тренди, оцінка прогнозу і помилок)

Тема 10. Адаптивні ПІД-регулятори як інструмент керування.

(Принципи ПІД, адаптація параметрів, ідентифікація моделі, критерії якості керування)

Тема 11. Нейронні мережі як контекст порівняння.

(Базові MLP/CNN, сильні і слабкі сторони відносно класичних методів)

Тема 12. Апаратно-програмне забезпечення інтелектуальних систем і відтворюваність ML-експериментів.

(Організація експериментів, керування даними, фіксація конфігурацій, відтворюваність результатів)

Тема 13. Апаратно-орієнтовані методи штучного інтелекту для оптимізації обчислень класичних моделей.

(Обчислювальні трюки, апроксимації, перетворення ознак для пришвидшення класичних алгоритмів)

Тема 14. Архітектура та способи обчислювального прискорення для ML, векторизація і пакетні обчислення.

(Локальність даних, BLAS, SIMD-векторизація, батчинг, профілювання часу)

Тема 15. Обчислювальні, енергетичні і ресурсні обмеження у плануванні навчання та inference.

(Оцінка складності, бюджет пам'яті, компроміси між точністю та вартістю обчислень)

Тема 16. Особливості архітектури комп'ютерних систем і реалізація класичних ML-алгоритмів.

(Особливості архітектури комп'ютерних систем, реалізація класичних ML-алгоритмів наукового спрямування)

4. Структура навчальної дисципліни

Назви тем	Кількість годин											
	денна форма навчання						Заочна форма навчання					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
Тема 1	5	2				3	6,25	0,25				6
Тема 2	10	2		2		6	12,5	0,25		0,25		12
Тема 3	5	2				3	6,25	0,25				6
Тема 4	10	2		2		6	12,5	0,25		0,25		12
Тема 5	5	2				3	6,25	0,25				6
Тема 6	10	2		2		6	12,5	0,25		0,25		12
Тема 7	5	2				3	6,25	0,25				6
Тема 8	10	2		2		6	12,5	0,25		0,25		12
Тема 9	5	2				3	6,25	0,25				6
Тема 10	10	2		2		6	12,5	0,25		0,25		12
Тема 11	5	2				3	6,25	0,25				6
Тема 12	10	2		2		6	12,5	0,25		0,25		12
Тема 13	5	2				3	6,25	0,25				6
Тема 14	10	2		2		6	12,5	0,25		0,25		12
Тема 15	5	2				3	6,25	0,25				6
Тема 16	10	2		2		6	12,5	0,25		0,25		12
Підготовка до екзамену	30					30						
Усього годин	150	32		16		102	150	4		2		144

5. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	Тема 1. Постановка та дизайн ML-експерименту. <i>(навчити систематичному підходу до наукового планування)</i>	2	0,25
2	Тема 2. Вивчення та візуалізація даних (EDA). <i>(розвинути навички наукового підходу до дослідження даних)</i>	2	0,25
3	Тема 3. Розбиття даних, нормалізація та конструювання ознак. <i>(підготувати якісний датасет)</i>	2	0,25
4	Тема 4. Регресія та класифікація на класичних моделях. <i>(реалізувати й порівняти алгоритми)</i>	2	0,25
5	Тема 5. Налаштування гіперпараметрів і крос-валідація. <i>(навчити систематичному пошуку оптимальних параметрів).</i>	2	0,25
6	Тема 6. Підбір ознак та регуляризація. <i>(покращити узагальнення моделі)</i>	2	0,25
7	Тема 7. Кластеризація та зниження розмірності. <i>(дослідити неконтрольоване навчання)</i>	2	0,25
8	Тема 8. Прогнозування часових рядів. <i>(Навчитися готувати часові ряди до моделювання та будувати базові моделі прогнозу)</i>	2	0,25
Разом:		16	2

6. Самостійна робота

Для опанування матеріалу дисципліни «Machine Learning» окрім лекційних та лабораторних занять, тобто аудиторного навантаження, значна увага приділяється самостійній роботі.

До основних видів самостійної роботи студента відносимо:

1. Вивчення лекційного матеріалу.
2. Робота з літературними джерелами.
3. Розв'язання практичних задач за індивідуальними варіантами.
4. Підготовка до модульних, підсумкового контролю, екзамену (денна та заочна).
5. Виконання індивідуальних завдань для денної форми навчання.
6. Виконання контрольної роботи для заочної форми навчання.

Студенти заочної форми навчання (ЗФН) здебільшого вивчають матеріал самостійно впродовж семестру, тобто самостійно відпрацьовують теми лекцій, а також лабораторних робіт. Для них на початку семестру проводиться установча сесія, під час якої начитують лекції та проводять лабораторні роботи.

Для підвищення рейтингу впродовж семестру студент може виконати згідно запропонованої викладачем теми самостійну роботу, обсяг якої складає не менше 10 сторінок.

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	Обробка пропусків і викидів у даних: strategies і їх вплив на модель.	3	6
2	Дисбаланс класів: resampling, SMOTE, вагові коефіцієнти.	6	12
3	Багатокласова класифікація: one-vs-rest, багатомірні метрики.	3	6
4	Гіпотез-тестування для ML: статистична значущість покращення моделей.	6	12
5	Ансамблі й stacking: більш складні комбінації моделей.	3	6
6	Розпаралелювання обчислень у scikit-learn і Dask.	6	12
7	Інтерпретованість моделей: SHAP, LIME для class explanation.	3	6
8	Робота з текстовими даними: TF-IDF, word embeddings для класичних моделей	6	12
9	Калібрування ймовірностей у задачах класифікації та оцінювання невизначеності.	3	6
10	Витоки даних та коректна побудова пайплайнів машинного навчання.	6	12
11	Гіперпараметрична оптимізація та дизайн пошуку моделей.	3	6
12	Діагностика помилок моделей та аналіз збоїв у прогнозуванні.	6	12
13	Причинно-наслідковий аналіз у машинному навчанні та межі застосовності прогнозних моделей.	3	6
14	Навчання з малими вибірками та регуляризаційні стратегії для режиму low data.	6	12
15	Контроль якості моделей у продакшн середовищі.	3	6
16	Критерії перевипуску моделі.	6	12
	Підготовка до екзамену	30	
	Всього:	102	144

7. Індивідуальні завдання

Для студентів заочної форми навчання передбачено виконання контрольних робіт за індивідуальним варіантом (Методичні вказівки до виконання контрольних робіт з дисципліни «Machine Learning» для заочної форми навчання).

Метою виконання контрольних робіт студентами заочної форми навчання є оволодіння практичними навиками розв'язання завдань. Приблизний обсяг контрольної роботи – 10 сторінок.

Для студентів очної форми навчання передбачено виконання рефератів, доповідей, участь у студентських конференціях та семінарах, публікація тез доповідей та наукових статей.

8. Методи навчання

Використання сучасних інформаційних технологій, лекції, лабораторні роботи, консультації, самостійна робота, індивідуальні завдання, реферати, доповіді, презентації, розвиток критичного мислення, дискусії.

Провідна форма навчання – лекція. Лекція дозволяє дуже економно, з мінімальними затратами часу і викладача, і студентів, надати великий обсяг інформації по темі, що розглядається. За характером логіки пізнання впроваджуються аналітичний, індуктивний та дедуктивний методи.

9. Контроль знань

Види контролю: поточний, підсумковий.

Методи контролю: спостереження за освітньою діяльністю здобувачів, усне опитування.

Форма підсумкового контролю: екзамен.

Контроль знань і вмінь здобувачів (поточний і підсумковий) здійснюється згідно з кредитною трансферно-накопичувальною системою організації освітнього процесу. Рейтинг здобувача вищої освіти визначається за 100 бальною шкалою: складається з рейтингу із поточної академічної активності впродовж семестру, для оцінювання якої призначається 100 балів (по 30 балів за кожен змістовний модуль та 40 балів за екзамен – оцінка здобувача вищої освіти).

Оцінювання здійснюється відповідно до вимог Положення про організацію освітнього процесу в ЦНТУ (розділ 8, стор. 28-30, 32-33; апеляція – стор. 34-35) за такими **критеріями оцінювання академічних досягнень** здобувачів вищої освіти:

- Вчасність,
- ініціативна дослідна робота в межах СРС,
- активність, ініціативність на заняттях.

Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне тестування та самостійна робота								Сума балів за рубіжні контролю	Екзамен	Усього
I рубіж				II рубіж						
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	60	40	100
7	7	8	8	7	7	8	8			
30				30						

Шкала оцінювання знань. Шкала оцінювання: національна та ЄКТС

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

При оцінюванні знань студентів використовуються такі засоби контролю: усне опитування перед допуском до виконання лабораторної роботи – здійснюється на їх початку; якість виконання, набуття теоретичних знань і практичних навичок перевіряється шляхом захисту кожної лабораторної роботи згідно з робочою програмою дисципліни.

Оцінка, яка виставляється за лабораторне заняття, складається з таких елементів: усне опитування студентів перед допуском до виконання лабораторної роботи; знання теоретичного матеріалу з теми; якість оформлення звіту; вміння студента обґрунтувати прийняті конструктивні рішення; покращувати результат після зворотного зв'язку; своєчасний захист лабораторної роботи. Для виконання програми дисципліни студент повинен отримати оцінки за всі лабораторні роботи.

Термін захисту лабораторної роботи вважається своєчасним, якщо студент захистив її на наступному після виконання роботи занятті. За несвоєчасний захист лабораторної роботи з неповажної причини студент за позитивну відповідь отримує оцінку «задовільно».

Пропущене лабораторне заняття студент повинен відпрацювати в лабораторіях кафедри у встановлений викладачем термін, але не пізніше, ніж за два тижні до кінця теоретичних занять у семестрі.

Відповідність шкали оцінювання ЄКТС національній системі оцінювання визначена у розділі 8 Положення про організацію освітнього процесу в ЦНТУ: таблиця 1, стор. 33 www.kntu.kr.ua/file/content/424/polozhennia-pro-orhanizatsiyu-osvitnoho-protsesu-v-tsntu.pdf

Критерії оцінки іспиту:

оцінку «відмінно» (90-100 балів, А) 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, В) – 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, С) 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.

При виставленні оцінки враховуються результати навчальної роботи студента протягом семестру

10. Рекомендована література

Базова

1. Kevin P. Murphy. Probabilistic Machine Learning: Advanced Topics. The MIT Press, 2023. ISBN 0262048434.
2. Kevin P. Murphy. Probabilistic Machine Learning: An Introduction. The MIT Press, 2022. ISBN 0262046822.
3. Kevin P. Murphy. Machine Learning: A Probabilistic Perspective. The MIT Press, 2012. ISBN 0262018020.
4. Читальний зал № 1 (ЦНТУ) Фісун М. Т., Кравець І. О., Казмірчук П. П., Ніколенко С. Г.. Інтелектуальний аналіз даних: практикум : навч. посіб. Львів : Новий Світ 2000, 2023. 161 с. ISBN 978-966-418-287-7.
5. Читальний зал № 1 (ЦНТУ) Висоцька В. А., Досин Д. Г., Микіч Х. І. та ін. Методи та засоби функціонування систем підтримки прийняття рішень на основі онтологій : монографія. Львів : Новий Світ 2000, 2019. 236 с. ISBN 978-617-7519-47-7.
6. Читальний зал № 1 (ЦНТУ) Нікольський Ю. В., Пасічник В. В., Щербина Ю. М.. Системи штучного інтелекту : навч. посіб. 2-ге вид., випр. та доп. Львів : Магнолія, 279 с. ISBN 978-617-57-40-11-4.
7. Alexander Jung. Machine Learning: The Basics. Springer, 2022. ISBN 9811681929.

Методичне забезпечення

8. Machine Learning: методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студент. денної та заочної форми навчання другого рівня вищої освіти, галузі "Інформаційні технології" / [уклад. : Є.В. Мелешко, О.М. Дреєв, Р. О. Ткачук]; М-во освіти і науки України, Центральноукраїн. нац. техн. ун-т, каф. кібербезпеки та програмного забезпечення. – Кропивницький : ЦНТУ, 2025. – 34 с. Режим доступу: <https://dspace.kntu.kr.ua/handle/123456789/18908>

Допоміжна

9. 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.
10. Інженерія програмного забезпечення: Навчальний посібник / О.А. Смірнов, О.В. Коваленко, Є.В. Мелешко, Л.В. Константинова, А.С. Кожанова // Кіровоград: КНТУ 2013. – 335 с.
11. Mehryar Mohri, Afshin Rostamizadeh, Ameet Talwalkar. Foundations of Machine Learning. The MIT Press, 2018. ISBN 0262039400.
12. John D. Kelleher, Brian Mac Namee, Aoife D'Arcy. Fundamentals of Machine Learning for Predictive Data Analytics: Algorithms, Worked Examples, and Case Studies. The MIT Press, 2020. ISBN 0262044692.

13. Ruye Wang. Introduction to Machine Learning: From Math to Code. Cambridge University Press, 2025. ISBN 1316519503.
14. Ethem Alpaydin. Introduction to Machine Learning. The MIT Press, 2020. ISBN 0262043793.
15. Christopher M. Bishop, Hugh Bishop. Deep Learning: Foundations and Concepts. Springer, 2023. ISBN 3031454677.
16. Andriy Burkov. The Hundred-Page Machine Learning Book. Andriy Burkov, 2019. ISBN 1999579518.
17. Richard S. Sutton, Andrew G. Barto. Reinforcement Learning: An Introduction. The MIT Press, 2018. ISBN 0262039249.
18. Christopher M. Bishop. Pattern Recognition and Machine Learning. Springer, 2006. ISBN 0387310738.
19. Jeffrey A. Fessler, Raj Rao Nadakuditi. Linear Algebra for Data Science, Machine Learning, and Signal Processing. Cambridge University Press, 2024. ISBN 1009418149.
20. Trevor Hastie, Robert Tibshirani, Jerome Friedman. The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction. Springer, 2009. ISBN 0387848576.
21. Andreas Lindholm, Niklas Wahlström, Fredrik Lindsten, Thomas B. Schön. Machine Learning: A First Course for Engineers and Scientists. Cambridge University Press, 2022. ISBN 1108843603.
22. Christian Kästner. Machine Learning in Production: From Models to Products. The MIT Press, 2025. ISBN 0262049724.

Наукові публікації

23. 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>
24. 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**)
25. 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**)
26. 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**)

27. 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)**

28. 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)**

29. 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)**

30. 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)**

31. 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)**

32. 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)**

33. 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)**

34. 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)**

35. 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)

Інформаційні ресурси

36. Курс «Machine Learning» на сервері дистанційної освіти ЦНТУ. – URL: <https://moodle.kntu.kr.ua/course/view.php?id=1087>

37. <https://prometheus.org.ua/> – українська платформа безкоштовних онлайн-курсів

38. <https://www.tensorflow.org/> – An end-to-end open source machine learning platform

39. <http://leenissen.dk/> – Fast Artificial Neural Network Library

40. <https://www.codeproject.com/> – колективний блог з новинами та навчальними статтями про інформаційні технології та програмування.

41. <http://stackoverflow.com/> – система питань і відповідей для професійних програмістів та новачків у програмуванні.

42. <https://dou.ua/> – український веб-сайт з елементами колективного блогу, створений для розповсюдження новин, аналітичних статей та свіжої інформації пов'язаної із інформаційними технологіями.

43. <http://www.algomation.com/> – це платформа для перегляду, обміну і створення візуалізацій алгоритмів.