

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МІЖНАРОДНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**ПЕРЕДОВІ ТЕХНОЛОГІЇ
В ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНІЙ
ІНЖЕНЕРІЇ**

**МАТЕРІАЛИ КОНФЕРЕНЦІЇ
(зимовий форум)**

Одеса, Україна, 14 листопада 2025 р.

**Одеса
2025**

**MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE
INTERNATIONAL UNIVERSITY**

**International Conference “Advanced Technology in
Information and Communication Engineering”
(ATICE’2025)**

Odesa, Ukraine, November 14, 2025

**Conference Proceedings
(winter forum)**

**Odesa
2025**

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МІЖНАРОДНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Міжнародна конференція «Передові технології
в інформаційно-комунікаційній інженерії»
(ПТІКІ'2025)**

Одеса, Україна, 14 листопада 2025 р.

**Матеріали конференції
(зимовий форум)**

**Одеса
2025**

International Conference “Advanced Technology in Information and Communication Engineering” (ATICE'2025): Conference Proceedings (winter forum). Odesa : International university, 2025, 101 p.

DOI:

Міжнародна конференція «Передові технології в інформаційно-комунікаційній інженерії» (ATICE'2025): Матеріали конференції (зимовий форум). Одеса : Міжнародний університет, 2025, 101 с.

Збірка містить праці Міжнародної конференції з інформаційних систем, технологій захисту інформації, використання сучасних інформаційних технологій в управлінні системами за різними галузями народного господарства.

Матеріали публікуються в авторській редакції.

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ

Голова

КІВАЛОВ С.В. – д.т.н., проф., Міжнародний університет, м.Одеса, Україна.

Співголови

СТРЕЛКОВСЬКА І.В. – д.т.н., проф., Міжнародний університет, м.Одеса, Україна.

УРИВСЬКИЙ Л.О. – д.т.н., проф., Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м.Київ, Україна.

Члени організаційного комітету

БЕРКМАН Л.Н. – д.т.н., проф., Державний університет телекомунікацій, м.Київ, Україна.

КЛИМАШ М.М. – д.т.н., проф., Національний університет «Львівська політехніка», м.Львів, Україна.

ЛЕМЕШКО А. В. – д.т.н., проф., Харківський національний університет радіоелектроніки, м. Харків, Україна.

РОЗЕНВАССЕР Д.М. – к.т.н., доц., Міжнародний університет, м.Одеса, Україна.

РИХЛІК А. – к.т.н., Лодзький технічний університет, м.Лодзь, Польща

СЕМЕНКО А.І. – д.т.н., проф., Національний авіаційний університет, Київ, Україна.

СІМЕНС Е. – д.т.н., проф., Анхальтський університет прикладних наук, м.Кетен, Німеччина.

СОЛОВСЬКА І.М. – к.т.н., доц., Міжнародний університет, м.Одеса, Україна.

СУНДУЧКОВ К.С. – д.т.н., проф., Національний авіаційний університет, м. Київ, Україна.

РЕДАКЦІЙНИЙ КОМІТЕТ

СОЛОВСЬКА І.М. – к.т.н., доц., Міжнародний університет, м.Одеса, Україна.

РОЗЕНВАССЕР Д.М. – к.т.н., доц., Міжнародний університет, м.Одеса, Україна.

КОМІТЕТ МІЖНАРОДНИХ ЗВ'ЯЗКІВ

СТРЕЛКОВСЬКА І.В. – д.т.н., проф., Міжнародний університет, м.Одеса, Україна.

ГЛОБА Л. С. – д.т.н., проф., Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м.Київ, Україна.

ВЧЕНИЙ СЕКРЕТАР

СОЛОВСЬКА І.М. – к.т.н., доц., Міжнародний університет, м.Одеса, Україна.
ГРИГОР'ЄВА Т.І. – к.т.н., доц., Міжнародний університет, м.Одеса, Україна.

ТЕХНІЧНО-ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ

СТРЕЛКОВСЬКА І.В. – д.т.н., проф., Міжнародний університет, м.Одеса, Україна.
УРИВСЬКИЙ Л.О. – д.т.н., проф., Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м.Київ, Україна.
ГЛОБА Л.С. – д.т.н., проф., Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м.Київ, Україна.

СЕКЦІЇ

СЕКЦІЯ 1. ІНЖЕНЕРІЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

СТРЕЛКОВСЬКА І.В. – д.т.н., проф., Міжнародний університет, м.Одеса, Україна.
ГЛОБА Л.С. – д.т.н., проф., Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м.Київ, Україна.
ГРИГОР'ЄВА Т.І. – к.т.н., доц., Міжнародний університет, м.Одеса, Україна.

СЕКЦІЯ 2. КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ ТА КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ

МИРОШНИК М.А. – д.т.н., проф., Міжнародний університет, м.Одеса, Україна.
СОЛОВСЬКА І.М. – к.т.н., доц., Міжнародний університет, м.Одеса, Україна.
РУСУ О.П. – к.т.н., доц., Міжнародний університет, м.Одеса, Україна.

СЕКЦІЯ 3. КІБЕРБЕЗПЕКА ТА ЗАХИСТ ІНФОРМАЦІЇ

ЛУНТОВСЬКИЙ А.О. – д.т.н., проф., Державна академія Саксонії «Беруфсакадемія», м. Дрезден, Німеччина.
ЙОНА Л.Г. – к.т.н., доц., Міжнародний університет, Одеса, Україна.
МАНЬКО Д.Г. – д.ю.н., проф., Міжнародний університет, м.Одеса, Україна.

СЕКЦІЯ 4. ЕЛЕКТРОННІ КОМУНІКАЦІЇ ТА РАДІОТЕХНІКА

УРИВСЬКИЙ Л.О. – д.т.н., проф., Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м.Київ, Україна.
ЛЕМЕШКО А.В. – д.т.н., проф., Харківський національний університет радіоелектроніки, м. Харків, Україна.
ПЕДЯШ В.В. – к.т.н., доц., Міжнародний університет, м.Одеса, Україна.

СЕКЦІЯ 5. ІНФОРМАТИКА ТА ПРОГРАМУВАННЯ В ОСВІТІ

КУЧАЙ О.В. - д.п.н., проф., Національний університет біоресурсів і природокористування України.
ЖИГУЛІН О.А. – д.е.н., проф., Міжнародний університет, Одеса, Україна
ГОРБАЧОВ В.Е. – к.т.н., доц., Міжнародний університет, м.Одеса, Україна.

ЗМІСТ

СЕКЦІЯ 1. ІНЖЕНЕРІЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Русу О.П., Цуркан Л.Л. Програмне забезпечення для розрахунку перетворювачів напруги комп'ютерного обладнання	10
Жигулін О.А., Шестаков М.М. Інформаційні технології у забезпеченні сталого розвитку бізнесу	12
Азовський А.І. Педяш В.В. Програмна реалізація нейромережових моделей для автоматизованого аналізу текстових даних.....	14

СЕКЦІЯ 2. КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ ТА КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ

Стрелковська І.В., Салоїд В.О. Сплайн-апроксимація розпізнавання жестів рук на базі OpenCV.....	18
Стрелковська І.В., Стоянов І.А. Дослідження мережевого трафіку хмарних сервісів та CDN-платформ	22
Баранюк Е.О. Розробка ігрового застосунку в жанрі city builder	27
Беседа О.Д. Розробка інтелектуальної мобільної платформи з функцією відстеження об'єктів	28
Дудко І.А. Дослідження системи розпізнавання жестів з використанням Mobilenet для задач комп'ютерного зору.....	30
Нікольський В.В., Лорткіпанідзе Р. Розподілена система моніторингу навколишнього середовища на базі LoRaWAN.....	34
Колесник О.В. Розробка інтелектуальної системи детекції зображень.....	37
Крупецький К.А., Русу О.П. Цифрове керування імпульсними перетворювачами напруги в комп'ютерному обладнанні	39
Горбачов В.Е., Яровий Д.О. Дослідження параметрів датчиків температури у цифрових сенсорних мережах.....	42

СЕКЦІЯ 3. КІБЕРБЕЗПЕКА ТА ЗАХИСТ ІНФОРМАЦІЇ

Перчеклій Д.В. Дослідження інтеграції технології блокчейн у платіжні системи	45
Петков Є.І. Принципи роботи DoS, DDoS атак та засоби захисту проти них	48
Беліков Д.В. Дослідження методів захисту від соціально-інженерних загроз	51
Чебанюк О.Д., Динін Б.І. Розробка та реалізація високопродуктивної системи для агрегації та аналізу метрик криптовалютних ринків у реальному часі	53
Тімофєєв О.О. Формальні методи аналізу вразливостей систем електронного документообігу.....	56
Головатюк К.В., Григор'єва Т.І. Оптимізація процесів інформаційних технологій при атаках фішингу із застосуванням нечіткої логіки.....	60
Проценко М.М. Порівняльне дослідження методів тестування безпеки LLM-коду: SAST, DAST, graph-based та синтез гібридного підходу	63
Лавров А.В. Стан та перспективи розвитку електронних платежів в Україні.....	66
Onatskyi Oleksii, Zharova Oksana. Comparative analysis of homomorphic properties of asymmetric cryptosystems RSA and Paillier	68

ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2023. – с. 146-149. csd.karazin.ua/wp-content/uploads/2023/09/csd.karazin.ua-ix-25-27-2023-programa-kmnt-2023-f.pdf

3. Мірошник А.М., Ситнік Б. Т. Структурно-параметрична індексна ідентифікація в адаптивних системах управління рухомими об'єктами. Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті, 2023, №4, С.64-70. DOI: 10.18664/iksz.v0i4.178719 (Б) (Наказ МОН № 886 від 02.07.2020) URL: <http://jiks.kart.edu.ua/>

4. Redmon J., Farhadi A. YOLOv8: Real-Time Object Detection. – 2023. – [Online]. – Available: <https://yolov8.com/>

5. Sandler M., Howard A., Zhu M. et al. MobileNetV3: Efficient Neural Network for Mobile Vision Applications. – 2019. Available: <https://arxiv.org/abs/1704.04861>

6. Google Firebase Documentation. – [Online]. – Available: <https://firebase.google.com/docs>
AWS IoT Core Overview. – [Online]. – Available: <https://aws.amazon.com/iot-core>

7. Bradski G. The OpenCV Library. – *Dr. Dobb's Journal of Software Tools*, 2000. – Available: <https://ftp.math.utah.edu/pub/tex/bib/toc/dr-dobbs-2000.html>

УДК 004.93

Дудко І.А., здобувач
Міжнародний Університет
igordudko1973@gmail.com

ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ РОЗПІЗНАВАННЯ ЖЕСТИВ З ВИКОРИСТАННЯМ MOBILENET ДЛЯ ЗАДАЧ КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ

Анотація. Робота присвячена розробці та дослідженню інтелектуальної системи розпізнавання жестів американської жестової мови на основі згорткових нейронних мереж. Особлива увага приділяється використанню легковагової архітектури *MobileNetV2* з технікою *transfer learning* для ефективного розпізнавання статичних зображень жестів. Проводиться експериментальне дослідження навчання моделі на датасеті *ASL Alphabet* з детальним аналізом точності класифікації, динаміки навчання та обчислювальних характеристик. На основі отриманих результатів надано оцінку ефективності створеної системи та рекомендації щодо практичного застосування.

Розпізнавання жестів є актуальною задачею комп'ютерного зору, що має важливе значення для покращення комунікації людей з вадами слуху та створення природних інтерфейсів взаємодії людини з комп'ютером. Американська жестова мова (ASL) використовується мільйонами людей, проте комунікаційний бар'єр між глухими та людьми, які не знають жестової мови, залишається значною проблемою [1]. Автоматизовані системи розпізнавання жестів можуть стати ефективним інструментом для подолання цього бар'єру та підвищення доступності цифрових технологій.

В останні роки глибокі згорткові нейронні мережі продемонстрували вражаючі результати в задачах комп'ютерного зору, включаючи розпізнавання образів та класифікацію зображень [2]. Однак впровадження таких систем на пристроях з обмеженими ресурсами залишається викликом, що потребує використання оптимізованих архітектур нейронних мереж з балансом між точністю та обчислювальною ефективністю.

Метою даної роботи є розробка та експериментальне дослідження компактної системи розпізнавання жестів американської жестової мови на основі легковагової архітектури *MobileNetV2* з можливістю розгортання на мобільних пристроях та вбудованих системах.

Для розв'язання поставленої задачі було обрано архітектуру *MobileNetV2*, яка використовує *depthwise separable convolutions* для зменшення кількості параметрів та обчислювальної складності [3]. Ключовою особливістю *MobileNetV2* є використання *inverted*

residual blocks з лінійними bottleneck шарами, що дозволяє ефективно навчати мережу при збереженні високої точності класифікації. Застосування підходу transfer learning з попередньо навченими на ImageNet вагами дозволяє швидко адаптувати модель до задачі розпізнавання жестів навіть з обмеженою кількістю тренувальних даних.

Реалізація системи здійснена мовою програмування Python з використанням фреймворку TensorFlow та високорівневого API Keras [4]. Програмне забезпечення організовано за об'єктно-орієнтованим підходом з чітким розділенням функціональності між спеціалізованими класами: Config для управління конфігураційними параметрами, DatasetManager для завантаження та підготовки датасету, DataPreparation для препроцесингу та аугментації зображень, ModelBuilder для створення архітектури нейронної мережі, ModelTrainer для організації процесу навчання з використанням callbacks, та ModelEvaluator для всебічної оцінки якості моделі та візуалізації результатів.

Експериментальне дослідження проводилось на датасеті ASL Alphabet, який містить зображення жестів для 26 літер англійського алфавіту та додаткові класи для спеціальних символів (del, nothing, space), що в сумі складає 29 категорій жестів. Для прискорення експериментів використовувалося 10% датасету зі збереженням збалансованого представлення кожного класу. Основні конфігураційні параметри системи наведено у таблиці 1.

Таблиця 1 – Конфігураційні параметри системи

Параметр	Значення	Опис
DATASET_PERCENTAGE	10%	Відсоток датасету для використання
IMG_SIZE	224	Розмір зображень у пікселях
BATCH_SIZE	32	Розмір батчу для навчання
EPOCHS	50	Максимальна кількість епох
LEARNING_RATE	0.001	Початкова швидкість навчання
VALIDATION_SPLIT	0.2	Частка даних для валідації
MODEL_TYPE	mobilenet_v2	Тип базової моделі
USE_AUGMENTATION	True	Використання аугментації даних
RANDOM_SEED	42	Seed для відтворюваності

Архітектура створеної моделі складається з базової мережі MobileNetV2 з замороженими вагами, що виступає в ролі feature extractor, та додаткових класифікаційних шарів: GlobalAveragePooling2D для перетворення двовимірних карт ознак у одновимірний вектор, Dropout шарів з коефіцієнтами 0,2 та 0,3 для регуляризації та запобігання перенавчанню, повнозв'язного шару з 512 нейронами та функцією активації ReLU для вивчення нелінійних комбінацій ознак, та завершального Dense шару з 29 нейронами та softmax активацією для багатокласової класифікації.

Для підвищення узагальнюючої здатності моделі застосовувалась комплексна аугментація тренувальних даних, що включала випадкові повороти зображень в діапазоні до 20 градусів, зсуви по горизонталі та вертикалі до 20% від розміру зображення, операції shear transformation для моделювання перспективних спотворень, випадкове масштабування та горизонтальне відображення. Валідаційні дані обробляються без аугментації, застосовується лише нормалізація значень пікселів до діапазону [0, 1].

Процес навчання контролювався системою callbacks: EarlyStopping для автоматичної зупинки при відсутності покращення валідаційної функції втрат протягом 5 епох з відновленням найкращих wag, ReduceLROnPlateau для зменшення швидкості навчання в 2 рази при досягненні plateau на кривій валідаційних втрат з patience=3, та ModelCheckpoint для автоматичного збереження найкращої версії моделі на основі валідаційної точності. Компіляція моделі здійснювалась з оптимізатором Adam, функцією втрат categorical crossentropy та метриками accuracy і top-3 accuracy.

Динаміка навчання моделі представлена на рисунку 1, який відображає зміну точності класифікації протягом епох для тренувального та валідаційного наборів даних. Графік демонструє швидку збіжність на перших 10 епохах з подальшою стабілізацією результатів. Фактична кількість епох навчання склала 24 через спрацювання механізму EarlyStopping, що свідчить про ефективність обраної конфігурації та досягнення оптимального стану моделі без марної витрати обчислювальних ресурсів.

Аналіз кривих навчання показує помірний розрив між тренувальною (90,17%) та валідаційною (85,06%) точністю на фінальній епісі, що вказує на наявність обмеженого перенавчання на рівні 5,11%. Це є прийнятним для даної задачі, особливо враховуючи використання лише 10% датасету. Застосовані методи регуляризації (Dropout, аугментація даних) виявилися ефективними для обмеження перенавчання та забезпечення стабільної узагальнюючої здатності моделі.

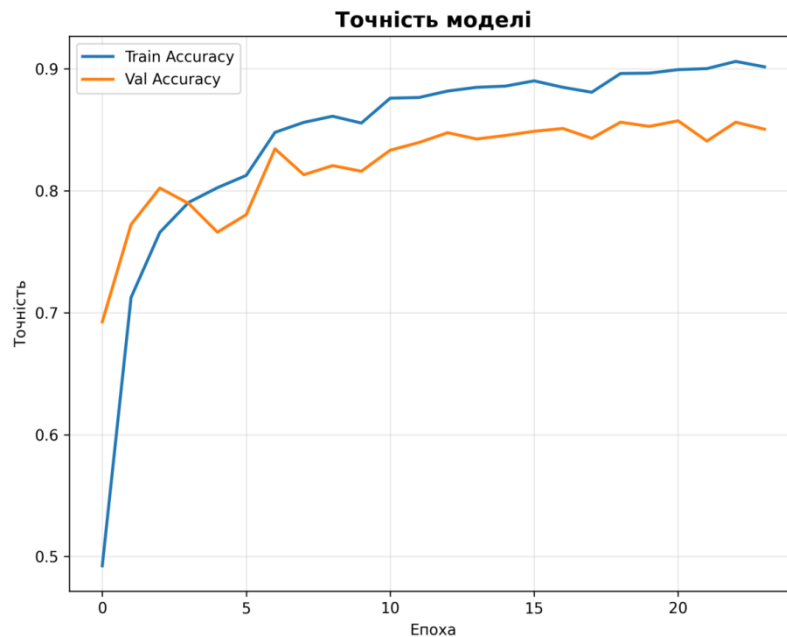


Рисунок 1 – Динаміка точності моделі під час навчання

Досягнута валідаційна точність 85,06% свідчить про ефективність обраного підходу для розпізнавання жестів за статичними зображеннями. Особливо вражаючим є показник top-3 ассигасу на рівні 95,63%, що означає, що у переважній більшості випадків правильний жест входить до трійки найбільш вірогідних варіантів моделі. Це має практичне значення для побудови інтерактивних інтерфейсів, де система може надавати користувачеві декілька варіантів розпізнаного жесту для вибору.

Аналіз матриці плутанини виявив, що найкращу точність розпізнавання демонструють жести з чіткими візуальними характеристиками: F (F1-score 1,000), L (0,984), Q (0,983), nothing (0,974), space (0,921). Натомість найбільш проблемними виявилися візуально подібні жести: X (0,620), U (0,626), I (0,765), J (0,771), O (0,754), N (0,763), V (0,727), які потребують додаткового вдосконалення. Ці пари жестів часто плутаються між собою через тонкі відмінності в положенні пальців або кількості пальців, що є очікуваним результатом навіть для людей без спеціальної підготовки у жестовій мові.

Балансовані значення середньої precision (86,74%), recall (85,63%) та F1-score (85,65%) вказують на рівномірну якість розпізнавання для більшості класів без значного дисбалансу між хибнопозитивними та хибнонегативними помилками. Детальний звіт класифікації для кожного класу дозволяє ідентифікувати конкретні жести, що потребують покращення через збільшення кількості тренувальних прикладів або спеціалізовані техніки аугментації.

Створена система має декілька важливих переваг для практичного застосування. Використання transfer learning дозволило досягти високої точності навіть з 10% датасету, що демонструє ефективність підходу для задач з обмеженою кількістю даних. Модульна архітектура програмного забезпечення забезпечує легкість подальшого розширення функціоналу та інтеграції з іншими системами. Автоматизовані механізми збереження результатів, включаючи навчену модель у форматі Keras, детальні візуалізації, звіти класифікації та JSON файли з повною інформацією про експеримент, полегшують документування досліджень та порівняння різних конфігурацій [5].

Система може бути легко конвертована у формат TensorFlow Lite для розгортання на Android та iOS пристроях або у формат TensorFlow.js для виконання безпосередньо у веб-браузері без серверної обробки. Локальна обробка даних забезпечує повну конфіденційність користувача та можливість роботи без інтернет-з'єднання. Відсутність необхідності в спеціалізованому обладнанні (достатньо звичайної RGB камери) робить систему доступною для широкої аудиторії.

Перспективи подальших досліджень включають збільшення обсягу тренувальних даних до 50-100% датасету для підвищення точності до 90-95%, розширення функціональності для розпізнавання динамічних жестів з відеопотоку шляхом додавання темпоральної компоненти (LSTM або GRU шари), інтеграцію з системами трекінгу рук (MediaPipe Hands) для виділення області інтересу та підвищення робастності до різних умов зйомки, експериментування з більш сучасними архітектурами (EfficientNet, Vision Transformers) та розробку спеціалізованих технік аугментації для проблемних класів жестів.

На основі проведеного дослідження можна зробити наступні висновки. Створена система розпізнавання жестів на основі MobileNetV2 демонструє ефективний баланс між точністю класифікації (85.06%), компактністю моделі (2,93 млн параметрів) та швидкодією (3,75 мс на зображення), що робить її придатною для розгортання на пристроях з обмеженими ресурсами. Застосування transfer learning з попередньо навченими вагами ImageNet дозволило швидко адаптувати модель до специфіки розпізнавання жестів за 24 епохи навчання. Високе значення top-3 ассюрасу (95,63%) відкриває можливості для побудови інтерактивних інтерфейсів з верифікацією розпізнаних жестів користувачем. Детальний аналіз результатів класифікації виявив конкретні проблемні класи та напрямки вдосконалення системи. Модульна архітектура програмного забезпечення та автоматизовані механізми оцінювання забезпечують зручність проведення експериментів та документування результатів.

Література

1. Pisharady P. K. Recent methods and databases in vision-based hand gesture recognition: A review / P. K. Pisharady, M. Saerbeck // *Computer Vision and Image Understanding*. – 2015. – Vol. 141. – P. 152-165.
2. Chollet F. *Deep Learning with Python, Second Edition* / F. Chollet. – Shelter Island: Manning Publications, 2021. – 504 p.
3. Sandler M. MobileNetV2: Inverted Residuals and Linear Bottlenecks / M. Sandler, A. Howard, M. Zhu, A. Zhmoginov, L.-C. Chen // *2018 IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*. – Salt Lake City, UT, USA, 2018. – P. 4510-4520.
4. Abadi M. TensorFlow: Large-Scale Machine Learning on Heterogeneous Distributed Systems / M. Abadi, A. Agarwal, P. Barham [et al.] // *arXiv preprint arXiv:1603.04467*. – 2016. – 19 p.
5. Géron A. *Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow, 3rd Edition* / A. Géron. – Sebastopol: O'Reilly Media, 2022. – 861 p.