

<https://doi.org/10.26565/2074-8922-2025-85-13>

УДК (UDC): 378+004.896

С. В. КОЗІБРОДА¹, кандидат педагогічних наук, доцент,
доцент кафедри комп'ютерних технологій
e-mail: cerg.kozibroda@tnpu.edu.ua ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4218-0671>

Ю. П. ФРАНКО¹, кандидат технічних наук, доцент,
завідувач кафедри комп'ютерних технологій
e-mail: franko@tnpu.edu.ua ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1464-1162>

Д. І. КЛУБКО¹, аспірант,
асистент кафедри комп'ютерних технологій
e-mail: klubko_di@tnpu.edu.ua ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0001-7063-2818>

¹Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка,
вул. Максима Кривоноса, 2, м. Тернопіль, 46027, Україна

ВИКОРИСТАННЯ БІБЛІОТЕК TENSORFLOW/KERAS ДЛЯ НАВЧАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ У ПІДГОТОВЦІ БАКАЛАВРІВ З ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ КОМП'ЮТЕРНОГО ПРОФІЛЮ

Мета. Метою дослідження є аналіз потенціалу використання бібліотек TensorFlow і Keras у процесі навчання нейронних мереж під час підготовки бакалаврів з професійної освіти комп'ютерного профілю, а також розроблення методики їх ефективною інтеграції в освітній процес. Особливу увагу зосереджено на тому, як практичне застосування цих бібліотек сприяє формуванню цифрових компетентностей і розвитку аналітичного мислення майбутніх інженерів-педагогів.

Методи. Дослідження проведено на основі систематичного аналізу наукових публікацій за період 2019–2025 років у базах даних *Scopus*, *Web of Science* та *Google Scholar*, присвячених питанням використання TensorFlow і Keras в освіті. Застосовано порівняльний аналіз вітчизняного та зарубіжного досвіду підготовки фахівців у галузі штучного інтелекту, а також метод педагогічного моделювання, у межах якого розроблено методику навчання студентів створенню, навчанню та оцінці нейронних мереж із використанням бібліотек TensorFlow і Keras.

Результати. У ході дослідження обґрунтовано методику підготовки студентів до роботи з нейронними мережами на основі бібліотек TensorFlow і Keras. Вона передбачає поетапне опанування процесів побудови, навчання та оцінювання моделей машинного навчання, що сприяє розвитку практичних навичок програмної реалізації інтелектуальних систем. Запропонована методика спрямована на формування у студентів розуміння архітектури нейронних мереж, принципів їх оптимізації та практичного застосування у професійній діяльності.

Висновки. Використання бібліотек TensorFlow і Keras у підготовці бакалаврів з професійної освіти комп'ютерного профілю відкриває нові можливості для практичного засвоєння технологій штучного інтелекту та розвитку інженерно-педагогічних компетентностей. Перспективи подальших досліджень полягають у визначенні педагогічних умов ефективного впровадження розробленої методики, оцінці її впливу на якість професійної підготовки та можливостях адаптації в інших освітніх програмах технічного спрямування.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: *TensorFlow, Keras, нейронні мережі, професійна освіта, цифрові технології, штучний інтелект, машинне навчання.*

Як цитувати: Козіброда С. В., Франко Ю. П., Клубко Д. І. Використання бібліотек tensorflow/keras для навчання нейронних мереж у підготовці бакалаврів з професійної освіти комп'ютерного профілю. *Проблеми інженерно-педагогічної освіти*. 2025. Вип. 85. С.149-162. <https://doi.org/10.26565/2074-8922-2025-85-13>

In cites Kozibroda S. V., Franko Yu. P., Klubko D. I. (2025). Using TensorFlow/Keras libraries for training neural networks in the training of bachelors in vocational education of the computer specialty. *Problems of Engineering Pedagogic Education*, (85), 149-162. <https://doi.org/10.26565/2074-8922-2025-85-13> (in Ukrainian)

© Козіброда С. В., Франко Ю. П., Клубко Д. І., 2025



[Creative Commons Attribution 4.0 International \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Вступ

Сучасна сфера інформаційних технологій та кібернетики переживає період інтенсивного розвитку, у якому провідну роль відіграють напрями машинного навчання та глибокого навчання (Deep Learning). Методи, засновані на використанні штучних нейронних мереж, відкрили нові можливості для вирішення складних прикладних завдань, зокрема у сферах аналізу великих обсягів даних, розпізнавання образів, прогнозування та автоматизації процесів. Цей технологічний прогрес зумовив зростання попиту на висококваліфікованих фахівців, здатних розробляти, навчати й упроваджувати інтелектуальні системи нового покоління.

Для реалізації алгоритмів створення та навчання нейронних мереж ключовими інструментами стали спеціалізовані бібліотеки, серед яких провідні позиції посідають TensorFlow та Keras. TensorFlow виступає потужним фреймворком для великомасштабного машинного навчання, що забезпечує високу обчислювальну ефективність та підтримку апаратного прискорення. Натомість Keras — це зручний, високоабстрактний інтерфейс програмування додатків, орієнтований на швидке прототипування моделей, зокрема послідовних (Sequential). Обидві бібліотеки інтегруються з мовою програмування Python, яка сьогодні є стандартом у галузі штучного інтелекту та активно використовується в освітньому процесі для підготовки фахівців IT-напрямів.

Попри наявність цих потужних засобів, система професійної освіти в Україні, зокрема підготовка бакалаврів з професійної освіти комп'ютерного профілю (інженерів-педагогів), стикається з низкою проблем, що створюють суттєвий розрив між академічною підготовкою та сучасними вимогами індустрії.

По-перше, спостерігається невідповідність між запитами ринку праці

та рівнем підготовки випускників. Високі вимоги до цифрової компетентності, аналітичного мислення й володіння сучасними IT-засобами не завжди корелюють із реальним рівнем знань студентів, які часто демонструють середні або низькі результати при роботі з сучасними технологіями машинного навчання.

По-друге, зміст і методи навчання потребують модернізації. Традиційні підходи, засновані на репродуктивному типі діяльності, не відповідають динаміці розвитку IT-галузі. Необхідним стає впровадження інноваційних педагогічних технологій — проблемного, проектного та дослідницького навчання, що сприяють розвитку творчого та аналітичного мислення.

По-третє, відсутній системний методичний супровід використання бібліотек TensorFlow та Keras у процесі підготовки інженерів-педагогів. Незважаючи на те, що ці інструменти стали індустріальними стандартами, їх потенціал у професійній освіті часто залишається невикористаним через брак навчально-методичних матеріалів, практичних завдань і лабораторних робіт, орієнтованих на формування операційної компетентності студентів.

Отже, проблема інтеграції сучасних бібліотек машинного навчання в освітній процес підготовки бакалаврів з професійної освіти комп'ютерного профілю є надзвичайно актуальною.

Мета нашого дослідження — проаналізувати потенціал використання бібліотек TensorFlow і Keras у процесі навчання нейронних мереж у підготовці бакалаврів з професійної освіти комп'ютерного профілю, а також розробити практичні рекомендації для їх ефективної інтеграції.

Об'єкти та методи

Використання бібліотек TensorFlow і Keras у процесі підготовки бакалаврів з професійної освіти комп'ютерного профілю є складним педагогічно-технологічним явищем, що поєднує освітній, інженерний та дослідницький аспекти. У цьому дослідженні об'єктами аналізу виступають

педагогічні умови, інструментальні засоби та освітні практики, пов'язані з упровадженням технологій машинного навчання у навчальний процес. Основна увага приділяється трьом ключовим аспектам:

- технічним можливостям

бібліотек TensorFlow і Keras у контексті навчання нейронних мереж;

- їхній інтеграції в освітній процес підготовки інженерів-педагогів;
- впливу використання цих інструментів на формування професійних компетентностей студентів у сфері комп'ютерних технологій.

Об'єктами дослідження є освітньо-технологічні системи, що застосовуються в підготовці фахівців комп'ютерного профілю. По-перше, це середовища програмування та моделювання — PyCharm, Jupyter Notebook, Google Colab, у яких реалізуються практичні завдання з TensorFlow/Keras. Вони забезпечують студентам можливість створювати, тренувати та тестувати нейронні мережі різних типів (послідовні, згорткові, рекурентні тощо).

По-друге, це освітні платформи та курси, орієнтовані на вивчення штучного інтелекту, зокрема Coursera, Kaggle, TensorFlow Hub, що виступають додатковими ресурсами для формування навичок самостійного навчання й аналітичного мислення.

По-третє, методичні підходи до навчання, які передбачають використання проєктного методу, проблемно-орієнтованого навчання та лабораторних практикумів, спрямованих на створення студентських міністартапів або навчальних проєктів із розроблення інтелектуальних систем.

Умови аналізу включають сучасний стан системи професійної освіти в Україні станом на 2025 рік, у межах якої триває цифрова трансформація педагогічної освіти. Значну увагу приділено українському контексту, де університети поступово впроваджують навчальні дисципліни, пов'язані з технологіями штучного інтелекту, та міжнародному досвіду, що відображає передові практики інтеграції TensorFlow і Keras у підготовку фахівців ІТ-напрямів (зокрема, у США, Канаді, Великобританії та Ізраїлі). Об'єкти аналізу відбиралися за критеріями їхньої поширеності, педагогічної доцільності та практичної значущості, підтверджених сучасними науковими публікаціями.

Методи дослідження обрано з урахуванням комплексного характеру роботи, що забезпечують цілісне розуміння

процесу формування професійних компетентностей майбутніх бакалаврів з професійної освіти комп'ютерного профілю. Для досягнення поставленої мети застосовано три взаємопов'язані методи, які в сукупності дозволили комплексно розкрити досліджувану проблему. **Першим методом** став аналіз і систематизація наукових джерел, що передбачав вивчення публікацій за 2019–2025 роки у базах даних Scopus, Web of Science, SpringerLink та Google Scholar. Пошук здійснювався за ключовими словами: “TensorFlow in education”, “Keras-based neural network learning”, “AI in vocational education”, “machine learning pedagogy”. Цей метод дав змогу визначити тенденції розвитку використання бібліотек TensorFlow і Keras у навчанні нейронних мереж, узагальнити підходи до інтеграції інструментів глибокого навчання у професійну підготовку, а також окреслити науково-методичні прогалини, що існують у вітчизняній педагогічній практиці. **Другим методом** виступило дослідження особливостей застосування бібліотек TensorFlow і Keras у процесі підготовки бакалаврів з професійної освіти комп'ютерного профілю. На цьому етапі проаналізовано структуру навчальних програм, лабораторних курсів і методичних матеріалів, спрямованих на формування навичок створення, навчання та тестування нейронних мереж. Особливу увагу приділено педагогічним умовам, що забезпечують ефективне засвоєння студентами принципів побудови моделей глибокого навчання, зокрема поєднанню теоретичного пояснення з практичним виконанням завдань у середовищі Python, використанню візуалізаційних інструментів та інтерактивних лабораторних сценаріїв. **Третім методом** став модельний педагогічний експеримент, спрямований на розроблення методики побудови моделі навчання нейронної мережі з використанням бібліотек TensorFlow і Keras та оцінку їхнього потенціалу у підготовці майбутніх інженерів-педагогів. У межах цього етапу було змодельовано навчальний процес, що охоплює створення навчальних датасетів, вибір архітектури мережі, налаштування параметрів навчання, оцінку результатів і формування висновків щодо ефективності застосування цих бібліотек у

професійній підготовці. На основі отриманих результатів розроблено практичні рекомендації щодо удосконалення лабораторних робіт, структури курсу та методичного забезпечення для інтеграції технологій TensorFlow і Keras у навчання штучного інтелекту.

Аналітичні інструменти включали використання Python-бібліотек для обробки даних (Pandas, NumPy, Matplotlib) та візуалізації навчальних результатів

Огляд наукових джерел

Аналіз сучасних наукових праць свідчить, що питання використання бібліотек глибокого навчання, зокрема TensorFlow і Keras, у професійній освіті комп'ютерного профілю перебуває на перетині двох напрямів — технологічного розвитку інструментів штучного інтелекту та педагогічного забезпечення підготовки майбутніх фахівців.

У низці досліджень [4, 5] наголошується на необхідності формування конкурентоспроможності майбутніх бакалаврів через розвиток інноваційного мислення, цифрової грамотності та здатності застосовувати сучасні ІТ-засоби у професійній діяльності. Автори визначають, що підвищення якості професійної підготовки безпосередньо залежить від впровадження практикоорієнтованих навчальних курсів, зокрема з використанням інструментів штучного інтелекту та нейронних мереж.

Дослідження Зінов'євої [1], Кривохати та Геворгяна [3] систематизують програмні засоби для побудови й навчання нейронних мереж, серед яких особливу увагу приділено TensorFlow і Keras. Автори підкреслюють їхню гнучкість, модульність і відкритість для навчальних цілей, що робить ці бібліотеки придатними для інтеграції у навчальні дисципліни з програмування, штучного інтелекту та аналітики даних. Яременко й Тарасенко [8] здійснили порівняльний аналіз бібліотек для класифікації текстових даних, довівши, що зв'язка TensorFlow–Keras забезпечує високу точність і простоту налаштування моделей навіть для користувачів без глибоких знань у математиці чи статистиці, що є важливим у контексті педагогічної підготовки.

студентів, що дозволило оцінити рівень сформованості компетентностей і ефективність методичних рішень.

Такий підхід дозволив врахувати як глобальні тенденції розвитку технологій штучного інтелекту, так і національні особливості професійної освіти, спрямованої на формування у студентів здатності працювати з інструментами глибокого навчання, що відповідає сучасним викликам ринку праці.

Зарубіжні дослідження підтверджують актуальність застосування цих бібліотек у різних сферах, що розкриває їх потенціал як універсальних освітніх інструментів. Так, Watson та інші [16] описують можливості фреймворків KerasCV і KerasNLP, які поєднують кросплатформеність, масштабованість і підтримку мультимодальних моделей, що відкриває нові перспективи для навчальних експериментів з обробки тексту, зображень і відео. Gupta [13] демонструє реалізацію класичних архітектур (SegNet, FCN, UNet, PSPNet) у Keras, наголошуючи на важливості візуалізації процесів сегментації зображень для навчання студентів комп'ютерних спеціальностей. Dragan та інші [4] досліджують застосування TensorFlow/Keras у сфері біоінформатики, що доводить універсальність цих інструментів і підтверджує доцільність їхнього використання у міждисциплінарних освітніх програмах.

Огляд робіт Chicho і Sallow [11], а також Yarıcı і Topaloğlu [17] показує, що Keras залишається найбільш доступним фреймворком для навчання нейронних мереж завдяки інтуїтивному API та підтримці швидкого прототипування. Це робить його ефективним засобом формування практичних компетентностей студентів під час вивчення основ машинного навчання.

У працях українських науковців [7, 6, 10] обґрунтовано роль онтологічного підходу та моделювання знань у підготовці майбутніх інженерів-педагогів. Автори доводять, що навчальний процес має бути орієнтований на створення й використання моделей, які відображають логіку реальних систем, що узгоджується з підходами до

проектування та навчання нейронних мереж. Ці праці формують методологічне підґрунтя для побудови освітніх курсів, орієнтованих на застосування TensorFlow і Keras у процесі навчання.

Дослідження Мельника [15], присвячене використанню моделей GPT у системах оцінювання знань, демонструє практичні приклади впровадження ШІ в освітні процеси, що підсилює доцільність розширення таких підходів і на сферу нейронних мереж. У інших працях Мельника [14] та Андрієвського [9], науковці акцентують увагу на інтеграції математичного моделювання, онтологій та інтелектуальних систем, що формує міждисциплінарний контекст для застосування TensorFlow/Keras у навчанні студентів технічних і педагогічних спеціальностей.

Значний внесок у розвиток методології підготовки фахівців із професійної освіти зробили Коваленко О.,

Особливості застосування бібліотек TensorFlow і Keras у процесі підготовки бакалаврів з професійної освіти комп'ютерного профілю

Сучасна підготовка бакалаврів з професійної освіти комп'ютерного профілю потребує інтеграції інструментів штучного інтелекту, які дозволяють не лише вивчати теоретичні засади побудови нейронних мереж, а й формувати практичні навички створення, тренування та оцінювання моделей. Одними з найефективніших середовищ для цього визнано бібліотеки TensorFlow і Keras, які забезпечують зручний, модульний і відкритий підхід до моделювання глибинного навчання [11, с. 49].

Бібліотека TensorFlow виконує роль базового інструменту для чисельних обчислень із підтримкою GPU-обробки, що дає змогу студентам експериментувати з великими наборами даних і складними архітектурами моделей. Її використання сприяє розвитку компетентностей у галузі оптимізації, аналізу помилок та інтерпретації результатів, що є необхідними для фахівців комп'ютерного профілю [17, с. 2].

Крім того сфери машинного навчання, розпізнавання образів та комп'ютерного зору є найважливішими областями досліджень сучасної кібернетики. Методи глибокого навчання

Коваленко Д., Брюханова Н. та Мельниченко О. [2], які визначили структуру освітніх програм і ключові складові компетентнісної моделі фахівця. З огляду на це, використання бібліотек TensorFlow і Keras у навчальних курсах може розглядатися як сучасний інструмент реалізації практикоорієнтованого підходу в підготовці бакалаврів.

Узагальнюючи результати аналізу, можна стверджувати, що наукова спільнота визнає бібліотеки TensorFlow і Keras ефективними засобами навчання принципів штучного інтелекту, проте їхнє системне застосування в українській педагогічній освіті лише формується. Існує потреба в методичному осмисленні процесу навчання нейронних мереж, розробленні педагогічних сценаріїв використання цих бібліотек та створенні навчальних моделей і лабораторних робіт, адаптованих до рівня підготовки бакалаврів із професійної освіти комп'ютерного профілю.

(нейронні мережі) дозволили досягти значних успіхів у комп'ютерному зорі, обробці природної мови та аудіо [1, с. 159].

Бібліотеки нейронних мереж є важливими складовими сучасних моделей глибокого навчання. Вони прискорюють та спрощують роботу з алгоритмами, а також створення та навчання нейронних мереж. TensorFlow — це відкрита програмна бібліотека символьного програмування для машинного навчання та глибокого навчання, розроблена компанією Google.

Тому, варто виділити наступні характеристики TensorFlow, які впливають на процес навчання бакалаврів:

• **Масштабованість та ефективність:** TF використовує оптимізовані обчислення для роботи з великими обсягами даних та великими моделями нейронних мереж. Він може використовувати графічні процесори (GPU) та тензорні процесори (TPU) для прискорення обчислень.

• **Розподілені обчислення:** TF підтримує розподілені обчислення, що дозволяє навчати величезні нейронні мережі на неймовірно великих наборах даних, розподіляючи обчислення по сотнях серверів. Це критично для розуміння

студентами великомасштабного машинного навчання.

- **Гнучкість:** Бібліотека надає інструменти та інтерфейси для створення та налаштування різноманітних типів моделей, включаючи звичайні шаровані НМ, згорткові (CNN) та рекурентні (RNN) нейронні мережі.

- **Графи обчислень:** Моделі представлені у вигляді графів потоків даних, де операції (вузли) обробляють тензори (багатовимірні матриці). TF має інструменти для візуалізації графів обчислень, що допомагає студентам розуміти та аналізувати структуру моделей.

- **Підтримка мов програмування:** TF підтримує різні мови, включаючи Python (основна), C++, Java та навіть JavaScript (TensorFlow.js).

У свою чергу, Keras завдяки високому рівню абстракції спрощує процес створення нейронних мереж, дозволяючи студентам швидко переходити від теоретичних концепцій до практичної реалізації. Як зазначають Watson та інші [16], сучасні модулі KerasCV і KerasNLP розширюють можливості бібліотеки, уможливаючи використання попередньо натренованих моделей для розв'язання завдань комп'ютерного зору та обробки природної мови. Це дає змогу в навчальному процесі поєднувати теоретичні знання зі створенням власних освітніх або дослідницьких проєктів на основі реальних даних. Її особливості роблять її ідеальною для навчального процесу, що вимагає швидкого освоєння складних концепцій [11, с. 52]:

- **Простота використання та модульність (Ease-of-use and Modularity):** Keras розроблена для швидкого експериментування та прогресивного розкриття складності. Вона дозволяє створювати та конфігурувати нейронні мережі з легкістю. Шари в Keras пов'язані між собою як блоки Lego, що забезпечує охайну та зрозумілу модель.

- **Високорівнева абстракція:** Keras маскує багато низькорівневих складнощів, пов'язаних з побудовою глибоких мереж з нуля, що дозволяє зосередитися на технологічній реалізації, а не на розробці алгоритмів. Для навчання це означає, що студенти можуть швидко спробувати багато різних варіантів архітектури нейронних

мереж.

- **API для моделей:** Keras надає послідовну модель Sequential (лінійна сукупність шарів, найпростіший тип) та функціональний API (Functional API) для створення більш складних, графових структур.

- **Multi-backend (Мульти-бекенд):** Хоча Keras найчастіше працює на основі TensorFlow (як його надбудова), він також може використовувати JAX, PyTorch або Theano. Ця функція дозволяє фахівцям працювати з різними фреймворками, не змінюючи значно код.

Практичне застосування TensorFlow і Keras у навчальному процесі відповідає вимогам компетентнісного підходу, оскільки дозволяє реалізувати міждисциплінарні зв'язки між математичним моделюванням, інформатикою та педагогічним проєктуванням. Наприклад, Мельник та співавтори [16, с. 999] підкреслюють, що використання моделей на основі ШІ у тестуванні знань студентів сприяє підвищенню якості освітніх результатів і формує здатність майбутніх фахівців працювати з інтелектуальними системами оцінювання.

Важливим є й те, що впровадження цих бібліотек створює умови для розвитку проєктувальних та дослідницьких компетентностей, що узгоджується з концепцією підготовки педагогів інженерного профілю [2, 6, 7]. Через створення навчальних проєктів із прогнозування, класифікації чи розпізнавання даних студенти засвоюють принципи функціонування нейронних мереж і здобувають досвід роботи з інструментами промислового рівня, такими як TensorFlow Hub чи Keras Model API.

Таким чином, поєднання TensorFlow і Keras у навчальному процесі дозволяє реалізувати навчання за принципом «від моделі до системи», де студенти не лише створюють моделі, але й інтегрують їх у навчальні або наукові застосунки. Це формує у них здатність до самостійного дослідження, критичного аналізу результатів та подальшого впровадження інтелектуальних технологій у сфері освіти і виробництва. Урахування цих аспектів дозволяє розглядати TensorFlow і Keras не просто як програмні засоби, а як дидактичні

інструменти, що підтримують розвиток інженерного мислення, аналітичних

навичок і здатності до проєктної діяльності.

Розроблення методики побудови моделі навчання нейронної мережі з використанням бібліотек TensorFlow і Keras та оцінка їхнього потенціалу у підготовці бакалаврів з професійної освіти комп'ютерного профілю

У процесі підготовки бакалаврів за спеціальністю А5.39 «Професійна освіта (Цифрові технології)» у Тернопільському національному педагогічному університеті імені Володимира Гнатюка особлива увага приділяється формуванню практичних умінь майбутніх інженерів-педагогів у галузі комп'ютерних технологій. У ході навчання виникає необхідність упровадження лабораторного практикуму, спрямованого на поетапне засвоєння студентами сучасних методів розробки й навчання нейронних мереж із використанням бібліотек TensorFlow і Keras. Саме в межах дисципліни «Технології розробки штучного інтелекту» реалізовано лабораторне заняття на тему «Створення, навчання та оцінка штучних нейронних мереж із використанням бібліотек TensorFlow і Keras», у якому

розглядається методика побудови моделі навчання нейронної мережі та відпрацьовуються практичні навички роботи з інструментами машинного навчання.

Метою цього лабораторного заняття є ознайомлення студентів з основами побудови, навчання та тестування штучних нейронних мереж за допомогою бібліотек TensorFlow і Keras, а також формування вмінь реалізовувати прості моделі для розв'язання задач класифікації та регресії.

Методика побудови моделі базується на поетапному формуванні компетентностей, необхідних для роботи з інструментами машинного навчання. Прикладом є завдання з прогнозування цін на смартфони, що передбачає створення та навчання простої нейронної мережі за допомогою бібліотек TensorFlow і Keras.

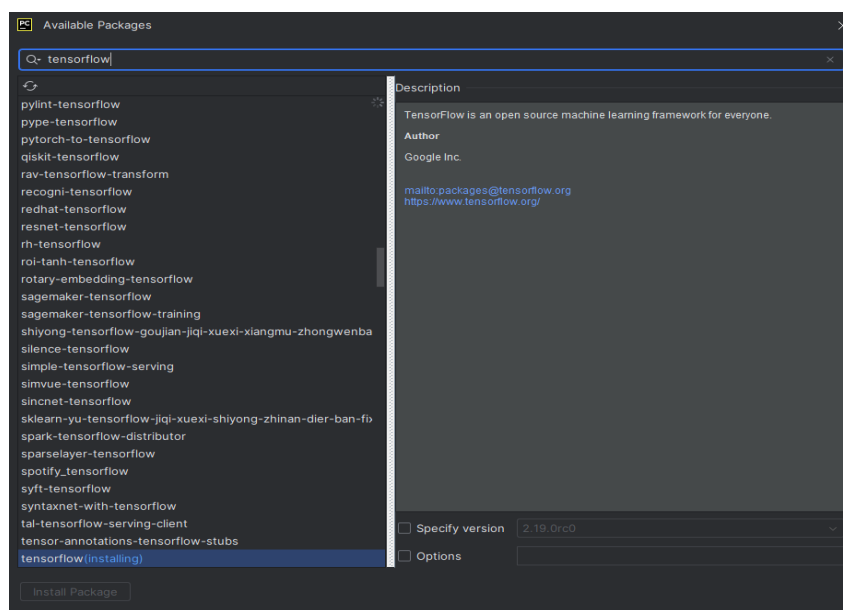


Рис. 1 – Встановлення необхідних бібліотек

Fig. 1 – Installing the required libraries

Етап 1. Підготовка середовища та імпорт бібліотек.

На початковому етапі студенти встановлюють (рис. 1) необхідні бібліотеки (TensorFlow, Keras, NumPy, scikit-learn) та

імпортують (рис. 2) їх до середовища програмування PyCharm. Це забезпечує готовність до виконання обчислень, попередньої обробки даних і побудови моделей.

```

1 import numpy as np
2 import pandas as pd
3 from sklearn.model_selection import train_test_split
4 from sklearn.preprocessing import MinMaxScaler
5 import tensorflow as tf
6 from tensorflow.keras.models import Sequential
7 from tensorflow.keras.layers import Dense

```

Рис. 2 – Імпорт необхідних бібліотек

Fig. 2 – Importing the required libraries

Етап 2. Формування штучного датасету.

Для виконання завдання генерується навчальний набір даних (рис. 3), який містить ключові характеристики смартфонів (обсяг пам'яті, частота

процесора, розмір екрана тощо) і відповідні значення цін. Створення такого набору даних формує в студентів розуміння принципів побудови реальних навчальних вибірок.

```

13 # Створення штучного набору даних про смартфони
14 n = 100
15 data = {
16     "RAM (GB)": np.random.choice(a: [4, 6, 8, 12], n),
17     "Storage (GB)": np.random.choice(a: [64, 128, 256], n),
18     "Battery (mAh)": np.random.randint(low: 3000, high: 6000, n),
19     "Front Camera (MP)": np.random.choice(a: [8, 12, 16, 20], n),
20     "Main Camera (MP)": np.random.choice(a: [12, 48, 64, 108], n),
21     "5G Support": np.random.choice(a: [0, 1], n),
22     "Price ($)": np.random.randint(low: 150, high: 1200, n) # Цільова змінна
23 }
24
25 df = pd.DataFrame(data)
26 df.head()

```

Рис. 3 – Генерація штучного датасету

Fig. 3 – Generating an artificial dataset

Етап 3. Масштабування та підготовка даних.

З метою підвищення стабільності навчання виконується нормалізація вхідних та вихідних даних (рис. 4) за допомогою засобів scikit-learn. Потім набір даних

поділяється на тренувальну (80%) і тестову (20%) вибірки із використанням функції `train_test_split`. Такий підхід забезпечує коректну перевірку узагальнювальної здатності моделі.

```

28 X = df.drop(labels: "Price ($)", axis=1)
29 y = df["Price ($)"].values.reshape(-1, 1)
30
31 # Масштабування
32 scaler_X = MinMaxScaler()
33 scaler_y = MinMaxScaler()
34
35 X_scaled = scaler_X.fit_transform(X)
36 y_scaled = scaler_y.fit_transform(y)

```

Рис. 4 – Масштабування ознак

Fig. 4 – Feature scaling

Етап 4. Побудова архітектури нейронної мережі.

Студенти створюють модель типу Sequential (рис. 5), що складається з трьох шарів:

- вхідного шару Dense(64, activation='relu', input_shape=(X_train.shape[1],)),

- прихованого шару Dense(32, activation='relu'),

- вихідного шару Dense(1) для прогнозування числового значення.

Ця архітектура дозволяє сформувати базове уявлення про принципи побудови щільно з'єднаних (fully connected) шарів.

Model: "sequential"

Layer (type)	Output Shape	Param #
dense (Dense)	(None, 64)	448
dense_1 (Dense)	(None, 32)	2,080
dense_2 (Dense)	(None, 1)	33

Total params: 2,561 (10.00 KB)
Trainable params: 2,561 (10.00 KB)
Non-trainable params: 0 (0.00 B)

Рис. 5 – Структура моделі типу Sequential

Fig. 5 – Structure of the Sequential model

Етап 5. Компіляція та тренування моделі

Модель компілюється (рис. 6) з використанням оптимізатора Adam, функції втрат MSE та метрики MAE, що є стандартними для задач регресії. Навчання здійснюється за допомогою методу fit() із

параметрами epochs=100, batch_size=8, validation_split=0.2. Під час виконання цього етапу студенти набувають розуміння впливу кількості епох, розміру батчу та розподілу даних на ефективність тренування моделі.

```

39
40 model = Sequential([
41     Dense(units=64, activation='relu', input_shape=(X_train.shape[1],)),
42     Dense(units=32, activation='relu'),
43     Dense(1) # Прогноз однієї числової величини
44 ])
45
46 model.compile(optimizer='adam', loss='mse', metrics=['mae'])
47 model.summary()

```

Рис. 6 – Компіляція моделі

Fig. 6 – Model compilation

Етап 6. Аналіз результатів та оцінка моделі.

Після навчання здійснюється прогнозування на тестовій вибірці. Виконується обернене масштабування для відновлення реальних значень цін, а результати візуалізуються у вигляді графіків зміни функції втрат і метрик по ходу тренування нейронної мережі. Таке

порівняння дає можливість оцінити точність моделі та зрозуміти причини можливих похибок.

Етап 7. Рефлексія та оцінка потенціалу бібліотек.

На завершальному етапі студенти аналізують ефективність використання бібліотек TensorFlow і Keras для побудови моделей нейронних мереж. Визначається

потенціал цих інструментів для інтеграції в навчальні дисципліни, що сприяють

розвитку аналітичного мислення, технічної компетентності та інженерної креативності.

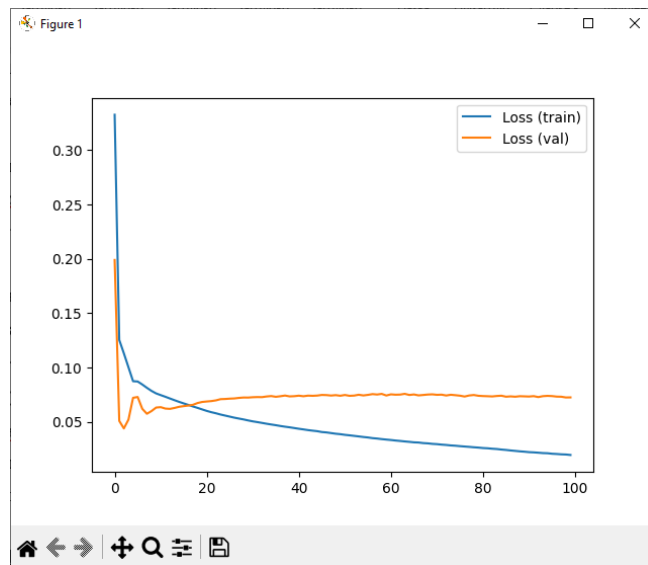


Рис. 7 – Графік візуалізації зміни функції втрат і метрики по ходу тренування нейронної мережі
Fig. 7 – Visualization plot of loss and metric changes during neural network training

Розроблена методика побудови моделі навчання нейронної мережі з використанням бібліотек TensorFlow і Keras може слугувати основою для формування практичних компетентностей майбутніх фахівців із професійної освіти у галузі цифрових технологій. Її впровадження у зміст лабораторних занять дисципліни «Технології розробки штучного інтелекту»

сприяє набуттю студентами досвіду застосування сучасних інструментів штучного інтелекту для розв'язання прикладних завдань та створює передумови для подальших досліджень щодо визначення її педагогічної доцільності, ефективності та можливостей адаптації у суміжних освітніх програмах.

Висновки та перспективи подальших досліджень

Проведене дослідження дало змогу узагальнити теоретичні та практичні аспекти використання бібліотек TensorFlow і Keras у процесі підготовки бакалаврів з професійної освіти комп'ютерного профілю. Встановлено, що інтеграція цих інструментів у навчальний процес сприяє формуванню у студентів глибокого розуміння принципів роботи нейронних мереж, а також розвитку навичок програмної реалізації моделей машинного навчання.

Аналіз наукових джерел та освітніх практик засвідчив, що бібліотеки TensorFlow і Keras мають значний потенціал для застосування у професійній освіті, оскільки поєднують зручність використання, відкритість коду та широкий спектр можливостей для моделювання, навчання й оцінювання нейронних мереж різного рівня складності.

У процесі підготовки бакалаврів за спеціальністю 015.39 «Професійна освіта (Цифрові технології)» доцільним є створення лабораторного практикуму, який забезпечує практичну реалізацію теоретичних знань студентів у середовищі TensorFlow/Keras. Запропонована методика може стати основою для формування в майбутніх інженерів-педагогів умінь розробляти, навчати та аналізувати моделі штучних нейронних мереж, що є важливою складовою їхньої цифрової компетентності.

Отримані результати створюють підґрунтя для подальших досліджень, спрямованих на оцінку ефективності впровадження цієї методики у навчальний процес, визначення педагогічних умов її застосування та розроблення рекомендацій щодо інтеграції бібліотек глибокого навчання у систему професійної підготовки фахівців комп'ютерного профілю.

Конфлікт інтересів

Автори заявляють, що конфлікту інтересів щодо публікації цього рукопису немає. Крім того, автори повністю дотримувались етичних норм, включаючи плагіат, фальсифікацію даних та подвійну публікацію.

Внесок авторів: всі автори зробили рівний внесок у цю роботу.

Список використаної літератури

1. Зінов'єва, О. Г. Огляд програмних засобів для роботи з нейронними мережами. *Вісник Херсонського національного технічного університету*. 2024. Вип. 2(89). С. 157–161. DOI: <https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2024.2.22>
2. Коваленко, О. Е., Коваленко, Д. В., Брюханова, Н. О., Мельниченко, О. О. Сучасний підхід до визначення та формування основних складових освітньої програми підготовки фахівців за спеціальністю 015 «Професійна освіта (за спеціалізаціями)». *Проблеми інженерно-педагогічної освіти*. 2017. Вип. 56–57. С. 6–18. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pipo_2017_56-57_3
3. Кривохата, А. Г., Геворгян, А. А. Огляд програмних засобів для роботи з нейронними мережами. *Priority Directions of Science and Technology Development: матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції (22-24 листопада 2020)*. Київ: Scientific Publishing Center Sci-conf.com.ua, 2020. С. 444–449. URL: <https://sci-conf.com.ua/wp-content/uploads/2020/11/PRIORITY-DIRECTIONS-OF-SCIENCE-AND-TECHNOLOGY-DEVELOPMENT-22-24.11.20.pdf>
4. Любарець, В., Любима, А. Становлення конкурентоспроможності майбутніх фахових молодших бакалаврів з інженерії програмного забезпечення. *Вища освіта України*. 2022. Вип. 1–2. С. 38–43. DOI: [https://doi.org/10.31392/NPU-VOU.2022.1-2\(84-85\).05](https://doi.org/10.31392/NPU-VOU.2022.1-2(84-85).05)
5. Орап, М., Вовк, В. Теоретико-практичні засади моделі розвитку конкурентоспроможності майбутніх фахівців. *Психологія: реальність і перспективи*. 2022. № 19. С. 80–92. DOI: <https://doi.org/10.35619/PRAPRV.V11I9.315>
6. Цідило, І. М., Козіброда, С. В. Модель системи підготовки майбутніх інженерів-педагогів у галузі комп'ютерних технологій до вивчення та застосування онтологій комп'ютерних систем. *Оновлення змісту, форм та методів навчання і виховання в закладах освіти: Наукові записки РДГУ*. 2017. Вип. 16(59). С. 154–158. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ozfm_2017_16_49
7. Цідило, І. М., Козіброда, С. В. Системи комп'ютерних онтологій як засіб формування проєктувальних компетентностей майбутніх інженерів-педагогів. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2018. Вип. 63(1). С. 251–265. DOI: <https://doi.org/10.33407/itlt.v63i1.1838>
8. Яременко, В. С., Тарасенко, М. В. Порівняльний аналіз програмних бібліотек для класифікації текстових даних із використанням штучних нейронних мереж. *Вчені записки ТНУ імені В. І. Вернадського. Серія: Технічні науки*. 2019. Т. 30(69), ч. 1(3). С. 214–218. DOI: <https://doi.org/10.32838/2663-5941/2019.3-1/38>
9. Andreykiv, O., Dolinska, I., Nastasiak, S., Liubchak, M., Kozibroda, S. Mathematical modeling of the influence of natural factors on the durability of critical structural elements. *Proceedings of the 14th International Conference on Advanced Computer Information Technologies (ACIT) 19-21 Sept. 2024*. Ceske Budejovice, Czech Republic, 2024. С. 112–115. DOI: <https://doi.org/10.1109/ACIT62333.2024.10712531>
10. Buyak, B., Tsidylo, I., Kozibroda, S., Repskyi, V. Ontological model of representation of university resources. *ICT in Education, Research, and Industrial Applications: Integration, Harmonization, and Knowledge Transfer*. Kherson, 2018. С. 29–40. URL: https://ceur-ws.org/Vol-2393/paper_228.pdf
11. Chicho, V. T., Sallow, A. B. A comprehensive survey of deep learning models based on Keras framework. *Journal of Soft Computing and Data Mining*. 2021. Vol. 2(2). С. 49–62. DOI: <https://doi.org/10.30880/JSCDM.2021.02.02.005>
12. Dragan, P., Joshi, K., Atzei, A., Latek, D. Keras/TensorFlow in drug design for immunity disorders. *International Journal of Molecular Sciences*. 2023. Vol. 24(19). Article 15009. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijms241915009>

13. Gupta, D. Image segmentation Keras: Implementation of SegNet, FCN, UNet, PSPNet and other models in Keras. *Computer Science and Engineering*. 2023. DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2307.13215>
14. Melnyk, A., Pasichnyk, R., Androshchuk, U., Honchar, L., Vatslavskyi, O., Kozibroda, S. Ontology as a software superstructure to the system for mathematical modeling based on interval data. *Proceedings of the 13th International Conference on ACIT*. 21-23 Sept. 2023. Wrocław, Poland, 2023. C. 543–548. DOI: <https://doi.org/10.1109/ACIT58437.2023.10275570>
15. Melnyk, A., Tymchyshyn, V., Shcherbiak, I., Kozibroda, S., Shevchuk, A., Mudrak, R., Hudratian, S. AI-powered knowledge assessment: Application of GPT models in educational testing. *2025 15th International Conference on ACIT* 17-19 September. 2025. C. 997–1001. DOI: <https://doi.org/10.1109/ACIT65614.2025.11185592>
16. Watson, M., Sreepathihalli, D. S., Chollet, F., et al. KerasCV and KerasNLP: Multi-framework models. *The Journal of Machine Learning Research*. 2024. Vol. 25(1). Pp. 18368 - 18377. URL: <https://dl.acm.org/doi/pdf/10.5555/3722577.3722952>
17. Yapıcı, M. M., Topaloğlu, N. Performance comparison of deep learning frameworks. *Computers and Informatics*. 2021. Vol. 1(1). C. 1–11. URL: <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1201877>

Стаття надійшла до редакції 10.11.2025

Стаття рекомендована до друку 15.12.2025

Опубліковано 30.12.2025

S. V. KOZIBRODA¹, PhD (Pedagogy), Associate Professor,
Associate Professor of the Department of Computer Technologies
e-mail: serg.kozibroda@tnpu.edu.ua ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4218-0671>

Yu. P. FRANKO¹, PhD (Technical Sciences), Associate Professor,
Head of the Department of Computer Technologies
e-mail: franko@tnpu.edu.ua ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1464-1162>

D. I. KLUBKO¹, PhD Student,
Assistant of the Department of Computer Technologies
e-mail: klubko_di@tnpu.edu.ua ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0001-7063-2818>

¹*Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University,
2 Maxim Kryvonis Str., Ternopil, 46027, Ukraine*

USING TENSORFLOW/KERAS LIBRARIES FOR TRAINING NEURAL NETWORKS IN THE TRAINING OF BACHELORS IN VOCATIONAL EDUCATION OF THE COMPUTER SPECIALTY

Purpose. The purpose of the study is to analyze the potential of using TensorFlow and Keras libraries for training neural networks in the preparation of bachelors in vocational education in computer technologies, as well as to develop a methodology for their effective integration into the educational process. Special attention is given to how the practical application of these libraries contributes to the development of digital competencies and analytical thinking among future engineering educators.

Methods. The study is based on a systematic analysis of scientific publications from 2019 to 2025 in the Scopus, Web of Science, and Google Scholar databases focusing on the use of TensorFlow and Keras in education. A comparative analysis of domestic and international experience in preparing specialists in artificial intelligence is conducted. The method of pedagogical modeling is applied to develop a methodology for teaching students how to create, train, and evaluate neural networks using TensorFlow and Keras libraries.

Results. The study substantiates a methodology for preparing students to work with neural networks based on TensorFlow and Keras libraries. It involves step-by-step mastery of building, training, and evaluating machine learning models, which promotes the development of practical skills in implementing intelligent systems. The proposed methodology is aimed at forming students' understanding of neural network architectures, optimization principles, and practical applications in their professional activities.

Conclusions. The use of TensorFlow and Keras libraries in the preparation of bachelors in vocational education in computer technologies opens new opportunities for the practical acquisition of artificial intelligence technologies and the development of engineering and pedagogical competencies. Prospects for further research

include identifying pedagogical conditions for the effective implementation of the developed methodology, assessing its impact on the quality of professional training, and exploring possibilities for adaptation in other technical educational programs.

KEY WORDS: *TensorFlow, Keras, neural networks, vocational education, digital technologies, artificial intelligence, machine learning.*

Conflict of interest

The authors declare that there is no conflict of interest regarding the publication of this manuscript. Furthermore, the authors has fully adhered to ethical standards, including those related to plagiarism, data falsification, and duplicate publication.

Authors Contribution: all authors have contributed equally to this work.

References

1. Zinovieva, O. H. (2024). Overview of software for working with neural networks. *Visnyk of Kherson National Technical University*, 2(89), 157–161. <https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2024.2.22> (In Ukrainian).
2. Kovalenko, O. E., Kovalenko, D. V., Briukhanova, N. O., Melnichenko, O. O. (2017). A modern approach to determining and developing the main components of the educational program for training specialists in specialty 015 "Vocational education (for specializations)". *Problems of Engineering Pedagogic Education*, 56–57, 6–18. http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pipo_2017_56-57_3 (In Ukrainian).
3. Kryvokhata, A. H., Gevorgyan, A. A. (2020). Review of software tools for working with neural networks. In *Priority Directions of Science and Technology Development: Proceedings of the III International Scientific and Practical Conference* (November 22-24, 2020) (pp. 444–449). Kyiv: Scientific Publishing Center Sci-conf.com.ua. <https://sci-conf.com.ua/wp-content/uploads/2020/11/PRIORITY-DIRECTIONS-OF-SCIENCE-AND-TECHNOLOGY-DEVELOPMENT-22-24.11.20.pdf> (In Ukrainian).
4. Liubarets, V., Lyubima, A. (2022). Establishing the competitiveness of future specialist junior bachelor's in software engineering. *Higher Education of Ukraine*, 1–2, 38–43. [https://doi.org/10.31392/NPU-VOU.2022.1-2\(84-85\).05](https://doi.org/10.31392/NPU-VOU.2022.1-2(84-85).05) (In Ukrainian).
5. Orap, M., Vovk, V. (2022). The model of the development of the future specialists' competitiveness: theoretical and practical fundamentals. *Psychology: Reality and Perspectives*, (19), 80–92. <https://doi.org/10.35619/PRAPRV.V11I19.315> (In Ukrainian).
6. Tsidylo, I. M., Kozibroda, S. V. (2017). Model of the system of training future engineers-teachers in the field of computer technologies for the study and application of ontologies of computer systems. *Scientific Notes of Rivne State Humanities University: Updating the content, forms and methods of teaching and upbringing in educational institutions*, 16(59), 154–158. http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ozfm_2017_16_49 (In Ukrainian).
7. Tsidylo, I. M., Kozibroda, S. V. (2018). Systems of computer ontologies as a means to form future engineering teachers' design competences. *Information Technologies and Learning Tools*, 63(1), 251–265. <https://doi.org/10.33407/itlt.v63i1.1838> (In Ukrainian).
8. Yaremenko, V. S., Tarasenko, M. V. (2019). Comparative analysis of software libraries for text data classification using artificial neural networks. *Scientific notes of Taurida National V.I. Vernadsky University*, 30(69), 1(3), 214–218. <https://doi.org/10.32838/2663-5941/2019.3-1/38> (In Ukrainian).
9. Andreykiv, O., Dolinska, I., Nastasiak, S., Liubchak, M., Kozibroda, S. (2024). Mathematical modeling of the influence of natural factors on the durability of critical structural elements. In *Proceedings of the 14th International Conference on Advanced Computer Information Technologies (ACIT) 19-21 Sept. 2024* (pp. 112–115). Ceske Budejovice, Czech Republic. <https://doi.org/10.1109/ACIT62333.2024.10712531> (In Ukrainian).
10. Buyak, B., Tsidylo, I., Kozibroda, S., Repskyi, V. (2018). Ontological model of representation of university resources. In *ICT in Education, Research, and Industrial Applications: Integration, Harmonization, and Knowledge Transfer* (pp. 29–40). https://ceur-ws.org/Vol-2393/paper_228.pdf (In Ukrainian).
11. Chicho, V. T., Sallow, A. B. (2021). A comprehensive survey of deep learning models based on

- the Keras framework. *Journal of Soft Computing and Data Mining*, 2(2), 49–62. <https://doi.org/10.30880/JSCDM.2021.02.02.005>
12. Dragan, P., Joshi, K., Atzei, A., Latek, D. (2023). Keras/TensorFlow in drug design for immunity disorders. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(19), Article 15009. <https://doi.org/10.3390/ijms241915009>
 13. Gupta, D. (2023). Image segmentation in Keras: Implementation of SegNet, FCN, UNet, PSPNet and other models in Keras. *Computer Science and Engineering*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2307.13215>
 14. Melnyk, A., Pasichnyk, R., Androshchuk, U., Honchar, L., Vatslavskiy, O., Kozibroda, S. (2023). Ontology as a software superstructure to a system for mathematical modeling based on interval data. In *Proceedings of the 13th International Conference on ACIT* 21-23 Sept. 2023 (pp. 543–548). Wrocław, Poland. <https://doi.org/10.1109/ACIT58437.2023.10275570> (In Ukrainian).
 15. Melnyk, A., Tymchyshyn, V., Shcherbiak, I., Kozibroda, S., Shevchuk, A., Mudrak, R., Hudratian, S. (2025). AI-powered knowledge assessment: Application of GPT models in educational testing. In *2025 15th International Conference on ACIT 17-19 September* (pp. 997–1001). <https://doi.org/10.1109/ACIT65614.2025.11185592> (In Ukrainian).
 16. Watson, M., Sreepathihalli, D. S., Chollet, F., et al. (2024). KerasCV and KerasNLP: Multi-framework models. *Journal of Machine Learning Research*, 25(1), 18368 - 18377. <https://dl.acm.org/doi/pdf/10.5555/3722577.3722952>
 17. Yapıcı, M. M., Topaloğlu, N. (2021). Performance comparison of deep learning frameworks. *Computers and Informatics*, 1(1), 1–11. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1201877>

The article was received by the editors 10.11.2025

The article is recommended for printing 15.12.2025

Published 30.12.2025