

УДК 347.78.025

ТАРАСЮК А., аспірант НДІ інтелектуальної власності НАПрН України.  
ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-5015-8797>.

## ЗАХИСТ НАТРЕНОВАНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ АВТОРСЬКИМ ПРАВОМ ТА ПРАВОМ ОСОБЛИВОГО РОДУ

*Анотація.* У статті здійснено правовий аналіз на предмет можливості захисту авторським правом та правом особливого роду (*sui generis*) натренованих (навчених) нейронних мереж в їх об'єктивному вираженні з урахуванням новел законодавства, зокрема Закону України від 15.04.23 р. № 2811-IX. Проаналізовано складові частини натренованої нейронної мережі в контексті їх можливої правової кваліфікації як об'єктів авторського права та права особливого роду з метою визначення ефективних способів захисту таким об'єктам як окремо, так і натренованій нейронній мережі в цілому.

*Ключові слова:* нейронна мережа, штучний інтелект, авторське право, *sui generis*, база даних.

*Summary.* The article provides a legal analysis of the possibility of copyright and *sui generis* protection of pre-trained (pre-taught) neural networks in their objective expression, taking into account new legislation, in particular, Law No. 2811-IX. The components of the trained neural network were analyzed in the context of their possible legal qualification as objects of copyright and *sui generis* in order to determine effective ways of protecting such objects both individually and as the trained neural network in general.

*Keywords:* neural network, artificial intelligence, copyright, *sui generis*, database.

**Постановка проблеми.** Розвиток технологій штучного інтелекту (далі – ШІ) має неймовірно стрімкий характер, що підтверджується як інвестиціями корпорацій та стартапів у розвиток нейронних мереж, так і дедалі більшою масовістю застосування таких технологій як компаніями так і фізичними особами-користувачами різноманітних додатків та рішень. Процес розробки рішень у сфері ШІ відрізняється від звичайного програмування, адже містить в собі такі складові, як налаштування, навчання та використання натренованих (навчених) нейромереж.

Сама така навчена нейронна мережа стає активом компанії чи розробника/автора, що її створив. При цьому, враховуючи складність такого об'єкта з правової точки зору в контексті кваліфікації його як об'єкту авторського права у його формі вираження проблемними є теоретичні та практичні аспекти захисту авторським правом чи правом особливого роду натренованої нейронної мережі, яка є складовою ШІ додатків (додатків, що використовують технології штучного інтелекту).

Відсутність правового визначення щодо можливості захисту авторським правом та правом особливого роду навченої нейронної мережі означає ризики для відповідних власників, авторів та розробників в контексті можливості реального захисту своїх законних прав та інтересів.

Детальний аналіз натренованої нейронної мережі в її об'єктивному вираженні та відповідного законодавчого регулювання дозволить висловити гіпотези щодо відповідного можливого об'єму правової охорони такого об'єкту авторським правом та правом особливого роду.

**Результати аналізу наукових публікацій.** Питання правового визначення для штучного інтелекту, творів, що згенеровані системами штучного інтелекту, зокрема і натренованими нейронними мережами, та регулювання штучного інтелекту присвячені праці багатьох вчених. Зокрема, К. Зеров [1] та О. Дорошенко і Л. Тарасенко [2] в своїх роботах розглядають правову природу об'єктів, згенерованих системами ШІ в контексті авторського права та права особливого роду. Баранов О.А. [3] досліджує ШІ як концепт та пропонує відповідні правові дефініції.

Проте недослідженим є питання захисту авторським правом та правом особливого роду натренованої нейронної мережі в цілому та в контексті об'єктів авторського права/права особливого роду, які її складають.

**Метою статті** є визначення можливості правового захисту авторським правом та правом особливого роду натренованої (навченої) нейронної мережі у положеннях Закону України від 15.04.23 р. № 2811-IX [4].

**Виклад основного матеріалу.** Поява нових технологій та їх розповсюдження завжди ставить виклики перед правовим регулюванням відносин, які ці технології так чи інакше змінюють.

Додатки, які мають в своєму складі елементи ШІ, тобто, в рамках яких для виконання тих чи інших команд відбувається взаємодія з нейронною мережею, набувають дедалі більшого розповсюдження.

Як зазначає Піжук О.П., на сьогоднішній день ШІ є одним із найпопулярніших напрямів дослідження науковців і практиків, оскільки є ключовим драйвером цифрової трансформації економіки та стає невід'ємною частиною багатьох організацій як у державному, так і в приватному секторах [5]

Сфери застосування таких рішень є різноманітними. Зокрема, системи ШІ застосовуються для розпізнавання мовлення (NLP), комп'ютерного зору (computer vision), в медицині, рекламі, сфері розваг та багатьох інших сферах.

Як зазначає Бусол О.Ю., вперше термін “штучний інтелект” (Artificial Intelligence) було запропоновано у 1956 р. в Стенфордському університеті (США). Зокрема, було визначено, що ШІ – це наука та технологія створення машин, інтелектуальних комп'ютерних програм, здатних виконувати творчі функції, що традиційно вважаються прерогативою людини. ШІ розглядається як здатність автоматичних систем брати на себе функції людини вибирати, приймати оптимальні рішення на основі раніше отриманого життєвого досвіду й аналізу зовнішніх впливів [6].

Визначення ШІ можна знайти в Концепції розвитку штучного інтелекту в Україні, схвалений Кабінетом Міністрів України, зокрема штучним інтелектом визначається організована сукупність інформаційних технологій, із застосуванням якої можливо виконувати складні комплексні завдання шляхом використання системи наукових методів досліджень і алгоритмів обробки інформації, отриманої або самостійно створеної під час роботи, а також створювати та використовувати власні бази знань, моделі прийняття рішень, алгоритми роботи з інформацією та визначати способи досягнення поставлених завдань [7].

Баранов О.А. в своїй роботі визначає ШІ як певну сукупність методів, способів, засобів та технологій, насамперед, комп'ютерних, що імітує (моделює) когнітивні функції, які мають критерії, характеристики та показники еквівалентні критеріям, характеристикам та показникам відповідних когнітивних функцій людини [3].

Сьогодні в основі технологій систем ШІ та, відповідно, ШІ-додатків лежать нейронні мережі, які і є їх ключовим елементом.

Штучною нейронною мережею називають математичну модель, а також її програмну або апаратну реалізацію, побудовану за принципом організації та функціонування біологічних нейронних мереж – мереж нервових клітин живого організму. Це поняття виникло у ході вивчення процесів, що перебігають у мозку, зокрема під час спроби моделювання цих процесів [8]. Тобто нейромережі є спробою моделювання процесів мислення/прийняття рішень на основі розуміння того, як такі процеси відбуваються у людському мозку. Сама штучна нейронна мережа представляється як математична модель з можливістю, в тому числі програмної реалізації, тобто використання її як комп'ютерної програми, або ж алгоритму.

Маєтник В.І. в своєму дослідженні зазначає, що сучасні штучні нейронні мережі складаються з великої кількості простих процесорних елементів з деякою кількістю локальної пам'яті (нейронів), об'єднаних за допомогою дискретних або неперервних комунікаційних каналів, а задачі що вони розв'язують, підлягають декомпозиції на множину локальних завдань, кожне з яких може бути розв'язане за допомогою окремого нейрону шляхом реалізації певного алгоритму обробки локальних даних [9].

Отже, фактично в рамках роботи нейромереж відбувається обробка певної інформації шляхом застосування нейронів та зв'язків між ними.

Нейронні мережі підлягають “навчанню”/“тренуванню” різними методами, і в результаті такого машинного навчання, “навчені нейромережі” стають частиною ШІ-додатків. При цьому, важливо зазначити, що такі нейронні мережі можуть продовжувати “навчатись”, тобто змінюватись, в процесі роботи таких ШІ-додатків

Могильний С.Б. визначає машинне навчання як процес, під час перебігу якого система опрацьовує велику кількість прикладів, виявляє закономірності і використовує їх, щоб прогнозувати вихідні характеристики для нових вхідних даних [10].

Як зазначають Шарاپов О.Д. та Матвійчук А.В., навчальний алгоритм модифікує окремі нейрони мережі і в результаті налаштування нейронна мережа буде розраховувати вихідні сигнали на рівні близько до еталонних даних при відповідних вхідних сигналах [11].

Як зазначають технічні спеціалісти, зокрема, Кравченко С.М., Гришкун Є.О., Власенко О.В., завдяки машинному навчанню програміст не зобов'язаний писати інструкції, що враховують усі можливі проблеми й містять усі рішення. Замість цього, у комп'ютер (або окрему програму) закладають алгоритм самостійного знаходження рішень шляхом комплексного використання статистичних даних, із яких виводяться закономірності й на основі яких робляться прогнози [12].

Ніколаюк Д. вважає, що “глибоке навчання” (“глибинне навчання”), що є одним з вдосконалених видів навчання нейромереж (машинного навчання), дозволило покращити здатність розуміти та аналізувати зображення, відео та звук, що стало можливим завдяки значним досягненням у дослідженнях машинного навчання, а також значному зростанню як наявних даних, так і величезних обчислювальних потужностей [13].

Як зазначає Мальцев А.Ю., глибоке навчання описується як універсальний підхід до навчання, який може вирішувати практично всі види завдань у різних галузях додатків. Іншими словами, глибоке навчання не залежить від конкретного завдання [14].

У глибокому навчанні терміни “інференційний механізм” (inference engine), “бібліотека інференційного аналізу” (inferencing library) або “виконання” (runtime) використовуються для позначення інструментів (тобто кодових бібліотек), які можуть запускати попередньо навчені нейронні мережі [15]. Тобто певний алгоритм – інференційний механізм, в рамках ШІ додатку взаємодіє з вже навченою нейронною

мережею, та в результаті такої взаємодії, отримує відповіді на запити, які потім, зокрема, після обробки, можуть передаватись кінцевому користувачу відповідного ШІ-додатку.

Як зазначається, у традиційному дизайні комп'ютерного програмування розробник програмного забезпечення передбачає бажану відповідь для всіх можливих вхідних даних, що надаються комп'ютеру (input), проте у випадку систем ML модель можна навчити, надавши приклади бажаної поведінки введення-виведення (input-output) [16].

Відповідно, ми можемо бачити ключову різницю між звичайним програмним забезпеченням, що має місце в мобільних чи веб-додатках та ШІ-додатках. Полягає вона в тому, що в звичайних (без використання ШІ-елементів) додатках комп'ютерне забезпечення функціонує у відповідності з чітко заданими алгоритмами, тоді як в ШІ додатках має місце використання “навченої” нейронної мережі, використання якої визначає роботу самих додатків. При цьому, робота такої нейромережі не програмується, а досягається шляхом використання методів машинного навчання.

В зв'язку з цим актуальним є визначення та систематизація способів захисту авторським правом навченої/натренованої нейронної мережі.

Як зазначається у [17], базова структура та компоненти нейромережі включають вхідний, прихований та вихідний шари, нейрони з вагами зв'язків та зміщеннями (зсувами), а також функції активації.

В результаті навчання на навчальних матеріалах, в самій нейромережі змінюються певні параметри, зокрема, ваги зв'язків між нейронами в її шарах, змінюючи рівень, або ж вагу впливу (weights) одних нейронів на інші а також встановлюються зміщення, або ж зсуви (bias), які впливають на умови активації нейронів. Тобто до структури/архітектури нейронної мережі можна віднести кількість шарів, яка задається творцем такої нейронної мережі та “налаштування” ваги й зрушення, що спочатку задаються творцем нейронної мережі, а потім змінюються в процесі навчання нейронної мережі.

Таку структуру можна представити у вигляді певного масиву даних. Під час обробки інформації вхідні дані будуть пропущені через такий масив, починаючи з першого шару нейронної мережі з метою отримання певного висновку/відповіді в останньому шарі нейромережі.

Навчена (або ж натренована) нейронна мережа матиме унікальні характеристики, які є комбінацією заданих параметрів при створенні нейромережі та змінених параметрів, налаштування яких відбулось в процесі навчання нейронної мережі.

Функціонування ж самої нейронної мережі забезпечує відповідний програмний код, зокрема – функція активації, умови визначення помилки, код, що визначає архітектуру нейромережі, код для тренування нейромережі, функція втрат (loss function), тощо.

При цьому, багато з бібліотек для розробки нейронних мереж існує і розповсюджується на “вільних” ліцензіях (open-source). Зокрема, це стосується бібліотек Tensorflow [18], що розповсюджуються на умовах ліцензії Apache 2.0 [19].

Таким чином, доцільним є запропонувати гіпотезу, що об'єктом авторського права, який підлягатиме захисту, буде навчена нейронна мережа, яка у своїй формі вираження міститиме, зокрема визначену кількість шарів, розміщеними нейронами з визначеними шляхом навчання та точного налаштування (fine-tuning) вагами впливу (weights)/зсувами, що буде виражено у масиві чисел, а також відповідним програмним кодом, що забезпечує навчання/функціонування такої нейронної мережі.

В певному сенсі, вказаний масив чисел можна порівняти з “відбитком” (далі – Відбиток), який демонструє стан об'єкту в визначений момент внаслідок впливу на

нього різних факторів, зокрема – першопочаткових налаштувань, конкретних навчальних матеріалів (дата-сетів) та методів навчання, які застосовуються або були застосовані.

Така навчена нейронна мережа не матиме в своєму складі всіх навчальних матеріалів, але її внутрішня будова (масив у вигляді відбитку) стане наслідком їх використання. Саме такий Відбиток та відповідний код, як це вказано вище і є активом компанії, який може підлягати захисту авторським правом.

Про необхідність такого захисту говориться і в роботі про захист глибинних нейронних мереж авторським правом шляхом використання цифрових водермарок, зокрема зазначається, що навчені нейронні мережі слід розглядати, як такі, що підлягають захисту авторським правом [20].

В Законі України “Про авторські та суміжні права” (далі – Закон) серед об’єктів авторського права, що визначені в статті 6 можна побачити, зокрема такі об’єкти, як комп’ютерні програми, бази даних (за визначених умов), літературні твори та інші твори [4].

В цьому ж Законі можна знайти визначення комп’ютерної програми, а саме:

комп’ютерна програма – набір інструкцій у вигляді слів, цифр, кодів, схем, символів чи в будь-якому іншому вигляді, виражених у формі, придатній для зчитування комп’ютером (настільним комп’ютером, ноутбуком, смартфоном, ігровою приставкою, смарт-телевізором тощо), які приводять його у дію для досягнення певної мети або результату, зокрема операційна система, прикладна програма, виражені у вихідному або об’єктному кодах.

В цьому контексті важливо також навести визначення неоригінального об’єкту, що створений комп’ютерною програмою, що має місце в статті 33 вказаного Закону, зокрема, неоригінальним об’єктом, згенерованим комп’ютерною програмою, є об’єкт, що відрізняється від існуючих подібних об’єктів та утворений у результаті функціонування комп’ютерної програми без безпосередньої участі фізичної особи в утворенні цього об’єкта.

Повертаючись до визначення правової природи навченої (натренованої) нейронної мережі з точки зору авторського права, зокрема, з метою її кваліфікації як одного з видів об’єктів авторського права, що вказані вище, варто зазначити наступне – безумовно, програмна частина навченої нейромережі, тобто сам код, завдяки якому вона функціонує, можна визначити, як комп’ютерну програму. При цьому, частина натренованої нейронної мережі у вигляді масиву чисел у об’єктивній формі вираження, зокрема у стані Відбитку, де у текстовій формі відображені ваги нейронів та зсуви, тощо, складно піддається кваліфікації як комп’ютерна програма, як вона визначена вище.

Таке припущення ґрунтується на тому, що саме розташування “штучних нейронів”, внутрішня побудова нейромережі в контексті ваг впливу чи зсувів не є набором інструкцій, що приводять в дію певний пристрій і виражаються у формі масиву чисел, а не у формі коду. Скоріше вказаний масив є засобом отримання інформації шляхом звернення до нього певного алгоритму.

Це припущення може бути піддане сумніву, враховуючи вищевказані положення Закону щодо творів, згенерованих комп’ютерною програмою, які стали новелою в законодавстві.

Дослідники, зокрема К. Зеров [1] та О. Дорошенко і Л. Тарасенко [2] в своїх роботах, присвячених регулюванню та правовій природі об’єктів, що згенеровані комп’ютерною програмою, розглядають такі правовідносини саме в контексті генерації

відповідних об'єктів системами ШІ та наводять приклади технічних рішень в рамках яких використовуються нейронні мережі.

Погоджуючись з такою позицією, можна прийти до висновку, що, оскільки для генерації таких об'єктів використовуються саме комп'ютерні програми у вигляді, зокрема, мобільних/веб-додатків, то і ключовий елемент цих програм – конкретна навчена нейронна мережа також буде комп'ютерною програмою в цілому.

В той же час, як можна побачити вище, за своєю суттю частина навченої нейронної мережі у формі масиву чисел (Відбитку) не зовсім підпадає під визначення комп'ютерної програми як такої, але використовується в процесі створення відповідних об'єктів генеративними системами ШІ як інструмент, що функціонує завдяки програмній частині навченої нейронної мережі (коду).

Теоретично, можна припустити, що вказаний масив чисел (Відбиток) може вважатись та підлягати захисту авторським правом як літературний твір або ж база даних.

Як визначено у Законі України “Про авторське право і суміжні права” – базою даних (компіляцією даних) є сукупність творів, даних або будь-якої іншої інформації у довільній формі, що розташовані у систематизованому або упорядкованому вигляді, що можуть бути доступні за допомогою спеціальної пошукової системи та/або на основі електронних засобів (комп'ютера) чи інших засобів [4].

Питання, чи підпадатиме вираження частини навченої нейронної мережі у форматі Відбитку під визначення бази даних, яка охороняється як об'єкт авторського права, відповідно до Закону потребує подальшого вивчення та дослідження.

Зокрема відкритими залишаються питання щодо можливості визначення інформації про внутрішню структуру навченої нейронної мережі в контексті вагів нейронів та зсувів на відповідних шарах нейронної мережі як певної креативної директорії, враховуючи, що метою запитів до цієї директорії є не отримання інформації про її внутрішню будову чи пошук конкретного елемента в ній, а введення в дію закладеної в ній логіки, що продиктована саме її внутрішньою будовою та відповідними визначеними показниками (вагами/зсувами).

В цьому контексті, доцільно також звернути увагу на статтю 21 вказаного Закону, в якій деталізуються умови охорони баз даних авторським правом та правом особливого роду (*sui generis*), і зокрема, зазначається, що бази даних (компіляції даних) охороняються авторським правом, якщо вони за добором та/або упорядкуванням їх складових частин є результатом творчої діяльності а право особливого роду здійснюється незалежно від того, чи підлягає відповідна база даних чи її зміст охороні авторським правом [4].

Виходячи з цього, можна прийти до попереднього висновку, що частина натренованої (навченої) нейронної мережі, яка має об'єктивне вираження у формі масиву даних (Відбитку), може підлягати захисту авторським правом, за умови, що автор зможе довести, що такий Відбиток було створено в результаті творчої діяльності.

Таке доведення виглядає непростю задачею щодо кожної конкретної навченої нейронної мережі, адже сам Відбиток формується шляхом завдання певних параметрів на початковій стадії і внаслідок застосування методів навчання, що можуть мати різний ступінь залучення людини та варіацій для креативних дій в цілому.

Захист же масиву даних (Відбитку) правом особливого роду видається можливим, навіть за відсутності творчої складової у його створенні.

Правильна кваліфікація навченої нейронної мережі як об'єкту авторського права має на меті забезпечити ефективний правовий захист такої нейронної мережі у форматі Відбитку та відповідного програмного коду, як це вказано вище як активу компанії/автора такої нейронної мережі від копіювання/незаконного використання.

Така навчена нейронна мережа може стати частиною генеративного або іншого ШІ-додатку, який передається користувачам у користування шляхом відповідної ліцензійної угоди, або ж і сама може бути предметом ліцензійної угоди.

Отже, допустимою вважаємо гіпотезу, що навчена нейронна мережа складатиметься з двох ключових компонентів, що можуть підлягати захисту авторським правом – комп'ютерної програми та бази даних. При цьому, частина у формі бази даних (масиву даних або ж Відбитку) не обов'язково підлягатиме захисту авторським правом, але підлягатиме захисту правом особливого роду у випадку відсутності творчої складової у її створенні.

Сама ж натренована нейронна мережа у вигляді комбінації комп'ютерної програми та відповідної бази даних (що створена в результаті творчої діяльності) може розглядатись як цілісний/комплексний об'єкт авторського права, що створений в результаті творчої діяльності та використовується як єдиний об'єкт.

Таке розуміння є важливим для подальших досліджень нейронних мереж в контексті захисту авторським правом в контексті неймовірно швидкого розвитку технологій цього типу та їх все більшого застосування в різних сферах.

В контексті ж практичної реалізації вказаної гіпотези для компаній та організацій, що займаються розробкою власних ШІ-додатків на основі натренованих нейронних мереж, важливим є розуміння необхідності управління договірними відносинами з працівниками, підрядниками, гіг-спеціалістами, що залучаються до розробки та тренування (навчання) нейронних мереж в контексті визначення їх ролі та суті послуг/робіт в контексті створення окремих частин натренованої нейронної мережі – програмної та бази даних та майнових авторських передачі прав на відповідні результати робіт.

### **Висновки.**

В результаті дослідження було здійснено комплексний аналіз положень Закону України від 15.04.23 р. № 2811-ІХ з метою визначення можливості правового захисту авторським правом та правом особливого роду натренованої (навченої) нейронної мережі. Встановлено, що об'єктами авторського права, що можуть складати натреновану нейронну мережу, будуть комп'ютерна програма та база даних (за умови її створення в результаті творчої діяльності), або ж база даних як об'єкт права особливого роду (*sui generis*).

При цьому, важливими питаннями є визначення того, за яких умов можна вважати навчання нейронних мереж творчою діяльністю, а також можливість захисту навченої нейронної мережі як цілісного/комплексного об'єкта авторського права на практиці, зокрема шляхом використання методу порівняння комп'ютерного коду та відповідного масиву даних (Відбитку), що був сформований в результаті навчання нейронної мережі між оригінальною навченою нейронною мережею та екземпляром, що є потенційною переробкою такого твору/об'єкту з метою захисту відповідних авторських прав/права особливого роду.

### **Використана література**

1. Зеров К. Чи мріють системи генеративного штучного інтелекту про електричних овець? Поняття та умови охороноздатності об'єктів, згенерованих системами генеративного штучного інтелекту в Україні. *Теорія і практика інтелектуальної власності*. № 4-5/2023. URL: <https://doi.org/10.33731/4-52023.289803>

2. Дорошенко О., Тарасенко Л. Право sui generis на неоригінальні об'єкти, згенеровані комп'ютерною програмою: новели правового регулювання. *Теорія і практика інтелектуальної власності*. № 3/2023. URL: <https://doi.org/10.33731/32023.282325>
3. Баранов. О.А. Визначення терміну “штучний інтелект”. *Інформація і право*. № 1(44)/2023. С. 32-49. URL: [https://ippi.org.ua/sites/default/files/5\\_28.pdf](https://ippi.org.ua/sites/default/files/5_28.pdf)
4. Про авторське право і суміжні права: Закон України від 15.04.23 р. № 2811-IX. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2811-20#n855>
5. Піжук О.І. Штучний інтелект як один із ключових драйверів цифрової трансформації економіки. *Економіка, управління та адміністрування*, 2019. № 3(89). С. 41-46. URL: [https://doi.org/10.26642/ema-2019-3\(89\)-41-46](https://doi.org/10.26642/ema-2019-3(89)-41-46)
6. Бусол О.Ю. Потенційна небезпека штучного інтелекту. *Інформація і право*. № 2(14)/2015. С. 121-127. URL: [https://doi.org/10.37750/2616-6798.2015.2\(14\).272708](https://doi.org/10.37750/2616-6798.2015.2(14).272708)
7. Про схвалення Концепції розвитку штучного інтелекту в Україні: Розпорядження Кабінету Міністрів України від 02.12.20 р. № 1556-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-2020-%D1%80#Text>
8. McCulloch W.S., Pitts W. A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity. *The bulletin of mathematical biophysics*. Vol. 5. № 4. 1943. P. 115-133.
9. Маєтний М.І. Штучні нейронні мережі: перспективи використання в правоохоронній діяльності. *Інформація і право*. № 3(38)/2021. URL: <http://il.ippi.org.ua/article/view/243809>
10. Могильний С.Б. Машинне навчання з використанням мікрокомп'ютерів: навч.-метод. посіб. / за ред. О.В. Лісового та ін. Київ, 2019. 226 с. URL: <https://api.man.gov.ua/api/assets/man/54c0ee59-b490-4ff3-a346-90a89fd67e30>
11. Шарাপов О.Д., Матвійчук А.В. Розвиток алгоритму зворотного поширення помилки в задачах оптимізації параметрів нейронних мереж. Київ: ДВНЗ “Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана”. URL: <https://ir.kneu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/d31589ad-62ba-4fdb-a641-af6fbd3c6746/content>
12. Кравченко С.М., Гришкун Є.О., Власенко О.В. Методи класифікації машинного навчання з використанням бібліотеки Scikit-Learn. *Інформатика, обчислювальна техніка та автоматизація*. URL: <https://doi.org/10.32838/TNU-2663-5941/2020.3-1/19>
13. Ніколаюк Д. Реалізація та порівняння методів навчання нейронних мереж: курсова робота. URL: <https://ekmair.ukma.edu.ua/server/api/core/bitstreams/f3a5296a-3117-4a64-a106-45af0b4e9f6b/content>
14. Мальцев А.Ю. Огляд принципів глибокого навчання як динамічної теорії штучного інтелекту. *Інформатика, обчислювальна техніка та автоматизація*. URL: <https://doi.org/10.32838/2663-5941/2021.6/16>
15. Domenico Stefani, Simone Peroni, Luca Turchet. Proceedings of the 25-th Int. Conf. on Digital Audio Effects (DAFx20in22). URL: <https://iris.unitn.it/handle/11572/364734>
16. Jordanand M.I., Mitchell T.M. Machine learning: trends, perspectives, and prospects. *Science*. 2015. Vol. 349. №. 6245. Pp. 255-260. URL: <https://doi.org/10.1126/science.aaa8415>
17. Нейромережа – що це таке, як працює та навіщо потрібна. URL: <https://termin.in.ua/neyromerzha>
18. Інформації про машинне навчання. – (веб-сайт). URL: <https://www.tensorflow.org>
19. Текст ліцензії Apache 2.0: документ. URL: <https://github.com/tensorflow/tensorflow/blob/master/LICENSE>
20. Fkirin, Alaa & Attiya, Gamal & El-Sayed, Ayman & Shouman, Marwa. (2022). Copyright protection of deep neural network models using digital watermarking: a comparative study. *Multimedia Tools and Applications*. 81.10.1007/s11042-022-12566-z. URL: [https://www.researchgate.net/publication/358952210\\_Copyright\\_protection\\_of\\_deep\\_neural\\_network\\_models\\_using\\_digital\\_watermarking\\_a\\_comparative\\_study](https://www.researchgate.net/publication/358952210_Copyright_protection_of_deep_neural_network_models_using_digital_watermarking_a_comparative_study)