

УДК 321.30.06

DOI <https://doi.org/10.32782/IT/2023-1-12>

### **Марія НАЗАРКЕВИЧ**

доктор технічних наук, професор кафедри радіофізики та комп'ютерних технологій, Львівський національний університет імені Івана Франка, вул. Драгоманова, 50, м. Львів, 79005, Україна, [mariia.nazarkevych@lnu.edu.ua](mailto:mariia.nazarkevych@lnu.edu.ua)

**ORCID:** 0000-0002-6528-9867

**Scopus Author ID:** 26868037300

### **Ганна НАЗАРКЕВИЧ**

Аспірант кафедри автоматизованих систем управління, Національний університет «Львівська політехніка», вул. С. Бандери, 12, м. Львів, 79000, Україна, [hanna.y.nazarkevych@lpnu.ua](mailto:hanna.y.nazarkevych@lpnu.ua)

**ORCID:** 0000-0002-1413-630X

**Scopus Author ID:** 57191852972

**Бібліографічний опис статті:** Назаркевич, М., Назаркевич, Г. (2023). Адаптивний метод управління підприємством на основі нейронних мереж. *Information Technology: Computer Science, Software Engineering and Cyber Security*, 1, 93–99, doi: <https://doi.org/10.32782/IT/2023-1-12>

## **АДАПТИВНИЙ МЕТОД УПРАВЛІННЯ ПІДПРИЄМСТВОМ НА ОСНОВІ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ**

При вирішенні задачі управління підприємством розроблений адаптивний метод управління, який ґрунтується на даних про підприємство. Розроблено програму, яка дозволить корегувати стратегію розвитку підприємства з врахуванням великих масивів даних. Проведено аналіз, що дозволяє оцінити стан підприємства та зв'язок між різними факторами впливу. Задача управління вирішується адаптивним методом аналізу ієрархій. У цій статті подано комбінований підхід до вирішення цієї задачі. Розроблено програмний продукт для візуалізації факторів впливу, а також оцінено ефективність підприємства за допомогою адаптивного методу з використанням нейронних мереж.

**Ключові слова:** адаптивний метод управління, нейронні мережі, підприємство.

### **María NAZARKEVICH**

Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Radiophysics and Computer Technologies, Ivan Franko National University of Lviv, 50 Drahomanova str., Lviv, 79005, Ukraine, [mariia.nazarkevych@lnu.edu.ua](mailto:mariia.nazarkevych@lnu.edu.ua)

**ORCID:** 0000-0002-6528-9867

**Scopus Author ID:** 26868037300

### **Anna NAZARKEVICH**

Postgraduate student of the Department of Automated Control Systems, Lviv Polytechnic National University, 12 S. Bandery str., Lviv, 79000, Ukraine, [hanna.y.nazarkevych@lpnu.ua](mailto:hanna.y.nazarkevych@lpnu.ua)

**ORCID:** 0000-0002-1413-630X

**Scopus Author ID:** 57191852972

**To cite this article:** Nazarkevych, M., Nazarkevych, H. (2023). Adaptive method of enterprise management based on neural networks. *Information Technology: Computer Science, Software Engineering and Cyber Security*, 1, 93–99, doi: <https://doi.org/10.32782/IT/2023-1-12>

## **ADAPTIVE METHOD OF ENTERPRISE MANAGEMENT BASED ON NEURAL NETWORKS**

When solving the problem of enterprise management, an adaptive management method was developed, which is based on data about the enterprise. A program has been developed that will allow adjusting the company's development strategy taking into account large data sets. The analysis was carried out, which allows to assess the state of the enterprise and the relationship between various influencing factors. The management problem is solved by the adaptive method of analyzing hierarchies. This article presents a combined approach to solving this problem. A software product was developed for visualization of influencing factors, and the efficiency of the enterprise was evaluated using an adaptive method using neural networks.

**Key words:** adaptive management method, neural networks, enterprise.

**Актуальність проблеми.** Адаптивний метод управління підприємством (Assche, Beunen, Duineveld, 2023) – це стратегія управління, що базується на гнучкості та здатності швидко реагувати на зміни в зовнішньому та внутрішньому середовищі. Цей метод передбачає використання інформаційних технологій та інструментів для аналізу та прогнозування ринку, змін в споживчому попиті та поведінці конкурентів.

Основні принципи адаптивного управління включають:

- гнучкість – здатність реагувати на зміни в зовнішньому середовищі, включаючи ринкові тенденції, нові технології та законодавчі зміни.
- стратегічне мислення – здатність розробляти стратегії, які забезпечують успіх підприємства в змінному середовищі.
- динамічний аналіз – здатність вчасно збирати та аналізувати інформацію про зміни в середовищі та використовувати цю інформацію для прийняття рішень.
- швидкість реагування – здатність швидко реагувати на зміни в середовищі та використовувати можливості для отримання конкурентної переваги.
- колективна робота – здатність до співпраці та комунікації між підрозділами підприємства для досягнення спільних цілей.

Адаптивний метод управління підприємством є важливим для успішного функціонування підприємства (Jiang, Du, Song, 2023). Цей метод дозволяє підприємству бути готовим до змін та швидко адаптуватися до них, що є ключовим чинником успіху на ринку.

Головне завдання адаптивного управління – підтримка внутрішньої стабільності системи в умовах постійно змінного зовнішнього середовища. Механізм функціонування адаптивної системи управління підприємств створює нові правила, які потребують розробки в умовах сьогодення (Ali, Li, Qiu, Fagoog, 2023).

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Одним з засновників адаптивного управління є роботи Н. Вінера (Wiener, 1950), який показав, що управління у технічних системах, природі і суспільних системах, базується на наявності зворотних зв'язків в контурах управління (Стахів, 2023).

Серед цих факторів першочерговими факторами є вартість і якість, які впливають на складність структури, централізацію та формалізацію (Li, Yang, Sun, Ji, Feng, 2010).

Існують фактори, які є поза межами підприємства, але які можуть впливати, обмежувати або висувати вимоги до компанії та на них впливати взаємодії з компанією. Ці фактори включають попит, пропозицію, технології, структуру

ринку, економіку, закони та правила, які існують у суспільстві та формувати політику. Їх можна розділити на такі групи:

- Макроінституційні обмеження, які включають економіку, політику, культуру, закони, правила та структуру ринку. У (Li, Yang, Sun, Ji, Feng, 2010) дослідженні вони розуміються як правила гри в яких компаніях існують. Ці інституційні обмеження є стабільними в короткостроковій перспективі, але може змінитися в довгочерговій перспективі завдяки динамічній взаємодії між ними. Різне середовище покладе на фірми різні очікування.
- Мікроопераційні обмеження, які включають попит, пропозицію, ціна, вартість, час виконання, сервіс і конкуренти для кожної окремої компанії. На відміну від макроінституційних обмежень, мікроопераційні обмеження можуть бути швидко змінювані за короткий час.

Коли організації все більше покладаються на дані для ведення свого бізнесу, здатність різних компаній керувати та аналізувати дані матиме значний вплив на їх ефективність. Розробляємо модель для вимірювання поточного рівня зрілості даних і аналітичних систем підприємства (Кострицький, 2023), щоб оптимізувати їх для максимального використання потенціалу їхніх активів. Виходячи з трьох найважливіших компонентів: людей, технології та процесу, беремо вимоги підприємства як початковий відлік. Після комплексного розгляду поточної ситуації та потреб підприємства була побудована методика визначення рентабельності (Круглова, Козуб, Козуб, 2023).

Рентабельність (Килин, Газда, Килин, 2023) визначається співвідношення прибутку і витрат, і виражається у відсотках. Рентабельність є відносним показником, який необхідний для аналізу господарської діяльності.

Розглянемо основні показники прибутковості підприємства:

Рентабельність вкладених коштів (Головата, 2023), є показником, який складається із загального рівня рентабельності підприємства, який у свою чергу дорівнює відношенню валового прибутку до повної собівартості продукції.

Іншим показником є рентабельність виробничих фондів (Ткаченко, Горбачова, Луценко, 2023), що дорівнює відношенню валового прибутку до рентабельності сукупних активів.

Рентабельністю сукупних активів (Zhuk, 2023) є відношення валового прибутку підприємства до середньої суми активів балансу підприємства.

Рентабельність власного капіталу (Мулик, 2023) – це відношення чистого прибутку підприємства до суми власного капіталу.

І ще одним показником є рентабельність виробництва (Василенко), що дорівнює відношенню повної собівартості реалізованої продукції до обсягу реалізації.

Ці показники та їх взаємовідношення і вплив між собою, побудова моделей і методів адаптивного управління технічними системами і процесами розглянуто в працях (Дебела, 2023).

**Визначення мети дослідження.** Метою дослідження є проаналізувати методи управління підприємствами, виявити показники, які впливають на успішне функціонування підприємства та на основі регресії та логістичної регресії виокремити адаптивні методи управління нейромережевими технологіями.

**Виклад основного матеріалу дослідження. Побудова нейронних мереж.** Методи адаптивного управління можуть розглядатися за допомогою побудови нейронних мереж. Персептрон – математична модель, запропонована Ф. Розенблатом (Costa, Guerreiro, Puchta), яка описується перетворенням  $R^n \rightarrow R$  за допомогою формули

$$v = \sum_{i=1}^m \omega_{ij} x_i$$

де  $j = 1, \dots, n$ ;  $\omega_{ij}$  вага персептрона;  $x_i$  – значення вхідних сигналів. Після отримання результату функція активації  $f$  застосовується до отриманого значення  $v$ . Отримане значення порівнюється з порогом запуску  $\theta$  і на основі цього приймається рішення.

Навчання персептрону полягає в знаходженні вагових коефіцієнтів. Нехай існує набір пар векторів  $(x^n, y^n), \alpha = 1, \dots, p$ , який називається навчальною вибіркою. Називатимемо нейронну мережу, навчену на заданому навчальному наборі даних, застосовуючи кожен вектор  $x^n$  до входів мережі, кожного разу отримуватимемо відповідний вектор  $y^n$  на виходах.

Метод навчання, запропонований Розенблатом (Castillo, Muñoz, 2023), полягає в ітераційній заміні вагової матриці, послідовно зменшуючи похибку у вихідних векторах. Алгоритм має кілька етапів:

Крок 1. Початкові значення кроку 1 усіх ваг нейронів  $W(t=0)$  розміщуються випадковим чином.

Крок 2. Якщо завантажено вхідні дані  $x^n$ , результатом буде вихідні дані  $\tilde{y}^n \neq y^n$ .

Крок 3. Розраховується вектор помилки  $\delta^n = (y^n - \tilde{y}^n)$ , який виконується мережею на виході. Тоді зміна вектора вагових коефіцієнтів в області малих похибок повинна бути пропорційна похибці на виході і дорівнювати нулю.

Також обґрунтовуємо, що оптимальним алгоритмом знаходження мінімуму буде алгоритм Нестерова (Ross, 2023).

$$W(t + \Delta T) = W(t) + \eta x^n \cdot (\delta^n)^T,$$

де  $0 < \eta < 1$  – час навчання.

Крок 4: кроки 1–3 повторюються для всіх векторів, які потрібно навчити. Один цикл послідовного представлення всієї вибірки є епохою. Навчання буде закінчуватися після кількох епох: а) коли ітерації збігаються, тобто вектор перестає змінюватися, або коли б) абсолютна похибка для всіх векторів стає меншою за деяке мале граничне значення.

Глибинне навчання базується на складних системах, що складаються з величезної кількості нейронів. Одна нейронна мережа може мати мільярди таких структурних одиниць, такі як нейрони або перцептрони. Відповідно, є багато способів для їх структуризації. Залежно від того, як вони будуть з'єднані, можна виділити різні архітектури нейронних мереж.

**Побудова багат шарової нейронної мережі.** Щоб отримати більшу точність, повинні дати більше свободи нейронній мережі. Це означає, що нейронна мережа повинна мати більше одного рівня, щоб охопити базові шаблони, які існують серед тестових даних. Як класифікатор можна використовувати нейронну мережу. Можна використовувати нейронну мережу і як регресор (Dreiseitl, Ohno-Machado, 2002).

Визначимо багат шарову нейронну мережу з двома прихованими шарами. Можна спроектувати нейронну мережу будь-яким іншим способом. У цьому випадку ми матимемо 10 нейронів у першому шарі та 6 нейронів у другому. Завдання полягає в тому, щоб передбачити одне значення, тому вихідний рівень міститиме лише один нейрон.

**Розгортання ML.** Використаємо створення моделі для задачі прогнозування. Для цього можна спрогнозувати ймовірність того, що підприємство буде прибутковим і матиме прибутки в майбутньому.

Штучна нейронна мережа призначена для імітації процесів навчання в мозку людини. Штучні нейронні мережі сконструйовані таким чином, що вони можуть розпізнавати основні закономірності, стійкі зв'язки, приховані дані і вчитися на них (Sharp, O'Neil, Abbott, Marder, 1993). Їх можна використовувати для вирішення проблем класифікації, регресії та сегментації даних (Dreiseitl, Ohno-Machado, 2002). Перш ніж надавати дані нейронної мережі, їх необхідно перетворити в числову форму. Наприклад, дані різного характеру, включаючи візуальні та текстові дані, часові ряди тощо. Потрібно прийняти рішення про те, як завдання мають бути представлені, щоб вони були зрозумілі для нейронних мереж.

Практична реалізація матеріальних об'єктів передбачає вирішення відповідних задач синтезу. При цьому математична модель об'єкта повинна не тільки адекватно описувати фізичні процеси, що забезпечують отримання необхідних вихідних характеристик цього об'єкта, але й дозволяти реалізувати сам процес оптимізації. Програмне забезпечення, яке в даний час використовується для вирішення подібних завдань, характеризується або вузькою спеціалізацією, або має універсальний обчислювальний пристрій і вимагає неприпустимо великого часу розрахунку для складних об'єктів. Більшість досліджень, пов'язаних зі штучними нейронними мережами, зосереджені на розв'язанні задач комбінаторної оптимізації та прогнозування, тому дослідження із застосування нейронних мереж є актуальними.

### Етапи розробки моделі машинного навчання

Процес розробки певної моделі машинного навчання (Mahapatra, Chatterjee, Roy, 2009) складається з наступних процесів:

- підготовки та представлення даних
- проектуювання алгоритму
- навчання алгоритму на навчальній вибірці
- перевірки алгоритму на тестових даних

Навчальною вибіркою (Yeung, Harkens, 2023) є набір прикладів, які показують системі, щоб вона виявила певну приховану закономірність, яка відповідає за розподіл даних. Завдяки відкриттю такої закономірності система зможе використовувати її для ефективного прогнозування відповідей на тестовій вибірці.

Кожен із параметрів нейронної мережі, тобто вагових коефіцієнтів (Pabuçcu, Ongan, Ongan, 2023) адаптований для наближення функції до стану розподілу даних у тестовій вибірці. Дуже часто кількість цих параметрів значно перевищує опис даних тесту.

Набір даних, який ми використовували в цьому розділі, взято з бази даних: [https://www.kaggle.com/.. ML\\_Manufacture\\_Prifit\\_Companies.csv](https://www.kaggle.com/.. ML_Manufacture_Prifit_Companies.csv). Цей набір даних містить кілька незалежних даних зробити підприємство прибутковим.

Набір даних містить близько тисячі записів (див. табл. 1) про успішні та прибуткові підприємства. Багато даних у dataset є числовими, тому можна зробити оцінку прибутковості та порівняння в успішності управління на підприємствах.

Регресія є статистичною моделю, яка використовується для прогнозування зв'язку між незалежними та залежними змінними. У машинному навчанні незалежні змінні є функціями, тоді як залежна змінна є міткою.

Алгоритми регресії використовуються для створення прогнозів на основі цього співвідношення. Регресію можна використовувати як для безперервних, так і для категоріальних залежних змінних. Загалом мета регресії полягає в тому, щоб побудувати модель, яка може точно передбачити результат на основі вхідних характеристик і зрозуміти основний зв'язок між вхідними характеристиками та результатом.

Промодельюємо залежність між витратами на дослідження та розробки від ВВП та маркетинговими витратами. Застосуємо лінійну регресію, отримаємо (рис. 1).

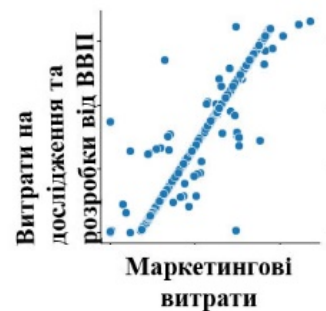


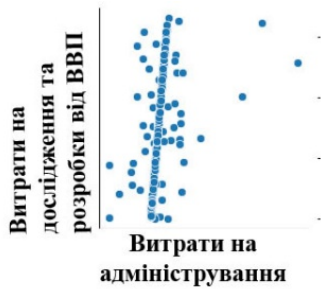
Рис. 1. Залежність маркетингових витрат на підприємстві від витрат на дослідження розробки від ВВП

Таблиця 1

### Фрагмент даних про витрати та прибутки на підприємстві

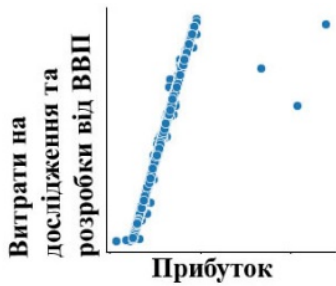
	Витрати на дослідження та розробки від ВВП	Маркетингові витрати	Витрати на адміністрування	Прибуток на підприємстві
1	162597.7	151377.59	443898.53	191792.06
2	153441.51	101145.55	407934.54	191050.39
3	144372.41	118671.85	383199.62	182901.99
4	142107.34	91391.77	366168.42	166187.94
5	131876.9	99814.71	362861.36	156991.12
6	134615.46	147198.87	127716.82	156122.51
7	130298.13	145530.06	323876.68	155752.6
8	155752.6	120542.52	148718.95	152211.77
9	123334.88	108679.17	304981.62	149759.96
10	101913.08	110594.11	229160.95	146121.95

При витратах на адміністрування отримаємо криву (рис. 2).



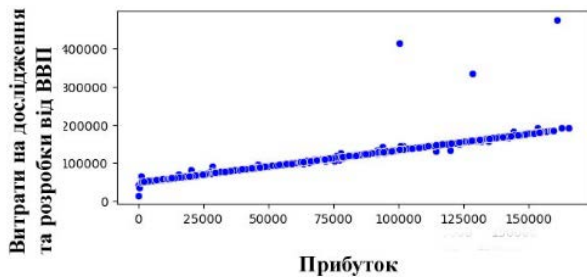
**Рис. 2.** Лінійна регресія залежності витрат на адміністрування від витрат на дослідження та розробку

Залежність витрат на дослідження та розробки від ВВП від прибутку підприємства розподіляється наступним чином (рис. 3).



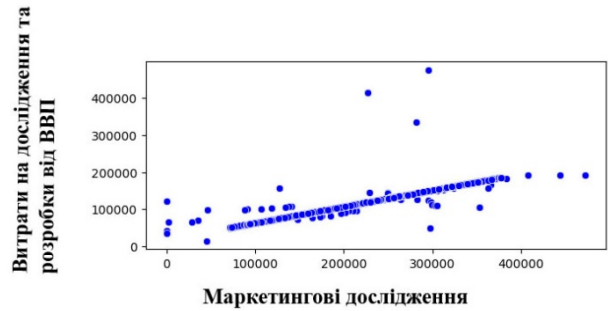
**Рис. 3.** Лінійна регресія залежності прибутку підприємства від витрат на дослідження та розробку

Натренована модель на основі логістичної регресії між витратами на дослідження та розробки від ВВП та маркетинговими витратами матиме вигляд, який показано на рис. 4.



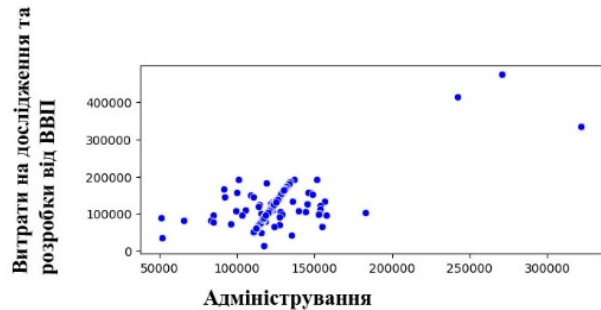
**Рис. 4.** Логістична регресія залежності прибутку підприємства від витрат на дослідження та розробку

Залежність витрат на дослідження та розробки від ВВП від маркетингових досліджень представлено на рис. 5.



**Рис. 5.** Логістична регресія залежності прибутку підприємства від витрат на дослідження та розробку

Залежність витрат на дослідження та розробки від ВВП від витрат на адміністраторські послуги:



**Рис. 6.** Логістична регресія залежності адміністрування від витрат на дослідження та розробку

Час тренування датасету становив 0.014444444444444444

Linear Regression 00.997145

logistic regression 0.993078

**Висновки і перспективи подальших досліджень.** Проаналізовано методи управління підприємствами, виявлено показники, які впливають на успішне функціонування підприємства та на основі лінійної та логістичної регресії та виокремлено адаптивні методи управління підприємством.

Розроблено програму, корегує розвиток підприємства з врахуванням масивів даних. Аналіз дозволив оцінити стан підприємства та зв'язок між різними факторами впливу.

У цьому дослідженні було відібрано набір даних із 1000 найприбутковіших компаній,

Розроблено програмний продукт для візуалізації факторів впливу, а також оцінено ефективність підприємства за допомогою адаптивного методу з використанням нейронних мереж.

У майбутньому планується використати дані напрацювання на вітчизняних підприємствах та дослідити фактори впливу прибутковості підприємств в Україні.

## ЛІТЕРАТУРА:

1. Van Assche, K., Beunen, R., Duineveld, M., & Gruezmacher, M. (2023). Adaptive methodology. Topic, theory, method and data in ongoing conversation. *International Journal of Social Research Methodology*, 26(1), 35-49.
2. Jiang, D., Du, J., Song, K., Zhao, B., Zhang, Y., & Zhang, W. (2023). Classification of Conservation Tillage Using Enhanced Spatial and Temporal Adaptive Reflectance Fusion Model. *Remote Sensing*, 15(2), 508.
3. Ali, H., Li, M., Qiu, X., & Farooq, Q. (2023). Global Mindset and Adaptive Marketing Capabilities in the Internationalization of Mature Chinese SMEs: International Opportunity Perspective. *Sustainability*, 15(3), 2044.
4. Wiener, N. The human use of human beings. *Cybernetics and society [Text]* / N. Wiener. – London, Eyre&Spottiswoode, 1950. – 241 p.
5. Стахів, О. В. (2023). Інституційне забезпечення управління системним розвитком закладів охорони здоров'я. *Scientific notes of Lviv University of Business and Law*, (36), 180-188.
6. Li, G., Yang, H., Sun, L., Ji, P., & Feng, L. (2010). The evolutionary complexity of complex adaptive supply networks: A simulation and case study. *International Journal of Production Economics*, 124(2), 310-330.
7. Li, G., Yang, H., Sun, L., Ji, P., & Feng, L. (2010). The evolutionary complexity of complex adaptive supply networks: A simulation and case study. *International Journal of Production Economics*, 124(2), 310-330.
8. Кострицький, К. Р. (2023). Управління стратегічними ризиками підприємства.
9. Круглова, О., Козуб, В., Козуб, С., Наумова, Т., Акімова, Н., & Твердохліб, К. (2023). Уплив економічних та неекономічних чинників на рентабельність підприємства. *Financial and credit activity problems of theory and practice*, 1(48), 193-205.
10. Килин, О. В., Газда, О. А., & Килин, Ю. В. (2023). Управління фінансовими результатами діяльності підприємства. *Організація, від імені якої випущено видання*, 22.
11. Головата, Ю. (2023). Методичний інструментарій оцінки фінансової діяльності підприємства. *Матеріали X Міжнародної науково-практичної конференції „Формування механізму зміцнення конкурентних позицій національних економічних систем у глобальному, регіональному та локальному вимірах “*, 39-42.
12. Ткаченко, І. П., Горбачова, А. В., & Луценко, М. Р. (2023, January). Резерви підвищення ефективності використання основних фондів у підприємницькій діяльності. In *The 5 th International scientific and practical conference “Science and innovation of modern world”(January 25-27, 2023) Cognum Publishing House, London, United Kingdom. 2023. 672 p.* (p. 628).
13. Natalya, Z. H. U. K. (2023). Analytical assessment of the financial security level of enterprises. *World of finance*, (3 (72)), 165-176.
14. Мулик, Т. О. (2023). Аналітичне забезпечення управління капіталом підприємств. *Економічний простір*, (183), 95-103.
15. Василенко, К. В. Рентабельність підприємства: сутність, аналіз, шляхи підвищення. *Actual problems of modern science, technologies development and management*, 26.
16. Дебела, І. М. (2023). Статистичні оцінки параметрів моделей з адаптивною структурою. *Таврійський науковий вісник. Серія: Економіка*, (15), 288-293.
17. Costa, L., Guerreiro, M., Puchta, E., de Souza Tadano, Y., Alves, T. A., Kaster, M., & Siqueira, H. V. Multilayer Perceptron. *Introduction to Computational Intelligence*, 105.
18. Castillo, J. N., & Muñoz, J. R. (2023). Mathematical Model for Broccoli Growth Prediction Based on Artificial Networks. In *Computational Intelligence for Engineering and Management Applications: Select Proceedings of CIEMA 2022* (pp. 845-859). Singapore: Springer Nature Singapore.
19. Ross, I. M. (2023). Generating Nesterov's accelerated gradient algorithm by using optimal control theory for optimization. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 423, 114968.
20. Dreiseitl, S., & Ohno-Machado, L. (2002). Logistic regression and artificial neural network classification models: a methodology review. *Journal of biomedical informatics*, 35(5-6), 352-359.
21. Sharp, A. A., O'Neil, M. B., Abbott, L. F., & Marder, E. (1993). The dynamic clamp: artificial conductances in biological neurons. *Trends in neurosciences*, 16(10), 389-394.
22. Dreiseitl, S., & Ohno-Machado, L. (2002). Logistic regression and artificial neural network classification models: a methodology review. *Journal of biomedical informatics*, 35(5-6), 352-359.
23. Mahapatra, A., Chatterjee, A., & Roy, S. S. (2009, December). Modeling and Simulation of A Ball Throwing Machine. In *14th National Conference on Machines and Mechanisms (NaCoMM09)*. NIT, Durgapur, India, December (Vol. 17, p. 18).
24. Yeung, K., & Harkens, A. (2023). How do "technical" design-choices made when building algorithmic decision-making tools for criminal justice authorities create constitutional dangers? Part II. *arXiv preprint arXiv:2301.04715*.
25. Pabuçcu, H., Ongan, S., & Ongan, A. (2023). Forecasting the movements of Bitcoin prices: an application of machine learning algorithms. *arXiv preprint arXiv:2303.04642*.

## REFERENCES:

1. Van Assche, K., Beunen, R., Duineveld, M., & Gruezmacher, M. (2023). Adaptive methodology. Topic, theory, method and data in ongoing conversation. *International Journal of Social Research Methodology*, 26(1), 35-49.
2. Jiang, D., Du, J., Song, K., Zhao, B., Zhang, Y., & Zhang, W. (2023). Classification of Conservation Tillage Using Enhanced Spatial and Temporal Adaptive Reflectance Fusion Model. *Remote Sensing*, 15(2), 508.
3. Ali, H., Li, M., Qiu, X., & Farooq, Q. (2023). Global Mindset and Adaptive Marketing Capabilities in the Internationalization of Mature Chinese SMEs: International Opportunity Perspective. *Sustainability*, 15(3), 2044.
4. Wiener, N. The human use of human beings. *Cybernetics and society [Text] / N. Wiener.* – London, Eyre&Spottiswoode, 1950. – 241 p.
5. Stakhiv, O. V. (2023). Instytutsiine zabezpechennia upravlinnia systemnym rozvytkom zakladiv okhorony zdorov'ia. *Scientific notes of Lviv University of Business and Law*, (36), 180-188.
6. Li, G., Yang, H., Sun, L., Ji, P., & Feng, L. (2010). The evolutionary complexity of complex adaptive supply networks: A simulation and case study. *International Journal of Production Economics*, 124(2), 310-330.
7. Li, G., Yang, H., Sun, L., Ji, P., & Feng, L. (2010). The evolutionary complexity of complex adaptive supply networks: A simulation and case study. *International Journal of Production Economics*, 124(2), 310-330.
8. Kostyrytskiy, K. R. (2023). Upravlinnia stratehichnymy ryzykamy pidpryemstva.
9. Kruhlova, O., Kozub, V., Kozub, S., Naumova, T., Akimova, N., & Tverdokhlib, K. (2023). Uplyv ekonomichnykh ta neekonomichnykh chynnykiv na rentabelnist pidpryemstva. *Financial and credit activity problems of theory and practice*, 1(48), 193-205.
10. Kylyn, O. V., Hazda, O. A., & Kylyn, Yu. V. (2023). Upravlinnia finansovymy rezultatamy diialnosti pidpryemstva. *Orhanizatsiia, vid imeni yakoi vypushcheno vydannia*, 22.
11. Holovata, Yu. (2023). Metodychni instrumentarii otsinky finansovoi diialnosti pidpryemstva. *Materialy X Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii „Formuvannia mekhanizmu zmitsnennia konkurentnykh pozytsii natsionalnykh ekonomichnykh system u hlobalnomu, rehionalnomu ta lokalnomu vymirakh “*, 39-42.
12. Tkachenko, I. P., Horbachova, A. V., & Lutsenko, M. R. (2023, January). Rezervy pidvyshchennia efektyvnosti vykorystannia osnovnykh fondiv u pidpryemnytskii diialnosti. In *The 5 th International scientific and practical conference “Science and innovation of modern world”*(January 25-27, 2023) Cognum Publishing House, London, United Kingdom. 2023. 672 p. (p. 628).
13. Natalya, Z. H. U. K. (2023). Analytical assessment of the financial security level of enterprises. *World of finance*, (3 (72)), 165-176.
14. Mulyk, T. O. (2023). Analychne zabezpechennia upravlinnia kapitalom pidpryemstv. *Ekonomichni prostir*, (183), 95-103.
15. Vasylenko, K. V. Rentabelnist pidpryemstva: sutnist, analiz, shliakhy pidvyshchennia. *Actual problems of modern science, technologies development and management*, 26.
16. Debela, I. M. (2023). Statystychni otsinky parametriv modelei z adaptyvnoiu strukturoiu. *Tavriiskyi naukovyi visnyk. Serii: Ekonomika*, (15), 288-293. Costa, L., Guerreiro, M., Puchta, E., de Souza Tadano, Y., Alves, T. A., Kaster, M., & Siqueira, H. V. Multilayer Perceptron. *Introduction to Computational Intelligence*, 105.
17. Castillo, J. N., & Muñoz, J. R. (2023). Mathematical Model for Broccoli Growth Prediction Based on Artificial Networks. In *Computational Intelligence for Engineering and Management Applications: Select Proceedings of CIEMA 2022* (pp. 845-859). Singapore: Springer Nature Singapore.
18. Ross, I. M. (2023). Generating Nesterov's accelerated gradient algorithm by using optimal control theory for optimization. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 423, 114968.
19. Dreiseitl, S., & Ohno-Machado, L. (2002). Logistic regression and artificial neural network classification models: a methodology review. *Journal of biomedical informatics*, 35(5-6), 352-359.
20. Sharp, A. A., O'Neil, M. B., Abbott, L. F., & Marder, E. (1993). The dynamic clamp: artificial conductances in biological neurons. *Trends in neurosciences*, 16(10), 389-394.
21. Dreiseitl, S., & Ohno-Machado, L. (2002). Logistic regression and artificial neural network classification models: a methodology review. *Journal of biomedical informatics*, 35(5-6), 352-359.
22. Mahapatra, A., Chatterjee, A., & Roy, S. S. (2009, December). Modeling and Simulation of A Ball Throwing Machine. In *14th National Conference on Machines and Mechanisms (NaCoMM09)*. NIT, Durgapur, India, December (Vol. 17, p. 18).
23. Yeung, K., & Harkens, A. (2023). How do "technical" design-choices made when building algorithmic decision-making tools for criminal justice authorities create constitutional dangers? Part II. *arXiv preprint arXiv:2301.04715*.
24. Pabuçcu, H., Ongan, S., & Ongan, A. (2023). Forecasting the movements of Bitcoin prices: an application of machine learning algorithms. *arXiv preprint arXiv:2303.04642*.