

DOI [10.28925/2663-4023.2023.20.111123](https://doi.org/10.28925/2663-4023.2023.20.111123)

УДК 004.932.2:004.89

Рзаєва Світлана Леонідівна

кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри інженерії програмного забезпечення та кібербезпеки
Державний торговельно-економічний університет, Київ, Україна
ORCID ID 0000-0002-7589-2045
rzaevasl@ukr.net

Рзаєв Дмитро Олександрович

старший викладач кафедри інформатики та системології
Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана, Київ, Україна
ORCID ID 0000-0002-7149-4971
ditomas@ukr.net

Роскладка Андрій Анатолійович

доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри цифрової економіки та системного аналізу
Державний торговельно-економічний університет, Київ, Україна
ORCID ID 0000-0002-1297-377X
a.roskladka@knu.edu.ua

Гамалій Володимир Федорович

доктор фізико-математичних наук, професор кафедри цифрової економіки та системного аналізу
Державний торговельно-економічний університет, Київ, Україна
ORCID ID 0000-0001-7544-7470
v.gamaliy@knu.edu.ua

МОДЕЛЮВАННЯ СХОВИЩА ДАНИХ ШТУЧНОЇ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ УПРАВЛІННЯ БІЗНЕСОМ

Анотація. У даній публікації досліджується проблема моделювання сховища даних з використанням штучних нейронних мереж. Таке сховище дозволяє збирати, зберігати та аналізувати дані, що сприяє прийняттю обґрунтованих рішень і підтримці конкурентоспроможності. Використання TensorFlow як бази для сховища даних надає додаткові можливості для обробки інформаційних даних управління бізнесом з різних джерел, включаючи бази даних, інтернет-ресурси, датчики тощо. Ці дані можна зберігати у вигляді таблиць або файлів і подальше обробляти для тренування моделі. Особливість запропонованої моделі полягає в наявності одного прихованого шару з 10 нейронами та використанні функції активації ReLU. Для покращення точності моделі використовуються функція втрат MSE та оптимізатор Adam, що дозволяє змінювати ваги мережі. Після тренування, модель може оцінювати точність на тестових даних та робити прогнози на майбутній період. Введення нових даних дозволяє моделі робити передбачення, які можна оцінити за допомогою різних метрик, в залежності від цілей використання.

Ключові слова: інформаційні технології, сховище даних, бази даних, штучні нейронні мережі, tensorflow, adam, relu, mse.

ВСТУП

Управління бізнесом вимагає постійного аналізу та використання великої кількості даних. Збір, обробка та аналіз цих даних можуть бути часо- та ресурсомісткими процесами, які можуть бути важкими для виконання вручну. Однак, за допомогою штучних нейронних мереж та сховища даних, ці процеси можуть бути автоматизовані та спрощені.



Моделювання сховища даних штучної нейронної мережі може допомогти керувати бізнесом, дозволяючи збирати та зберігати великий обсяг даних, а також підтримувати їх аналіз і прогнозування. Це може забезпечити компанії можливість приймати більш обґрунтовані та обґрунтовані рішення, що дозволяють їм ефективно конкурувати на ринку та забезпечити успішний розвиток свого бізнесу.

Однак моделювання сховища даних штучної нейронної мережі може бути складним та вимагати значних витрат на обладнання та програмне забезпечення. Крім того, потрібна велика кількість часу та ресурсів для навчання нейронної мережі та підготовки даних для аналізу. Однак, якщо ці виклики можуть бути вирішені, моделювання сховища даних штучної нейронної мережі може допомогти компаніям забезпечити успішний розвиток та конкурентоспроможність на ринку.

Постановка проблеми. Моделювання сховища даних штучної нейронної мережі може допомогти керувати бізнесом, дозволяючи збирати та зберігати великий обсяг даних, а також підтримувати їх аналіз і прогнозування. Це може забезпечити компанії можливість приймати більш обґрунтовані та обґрунтовані рішення, що дозволяють їм ефективно конкурувати на ринку та забезпечити успішний розвиток свого бізнесу.

Однак моделювання сховища даних штучної нейронної мережі може бути складним та вимагати значних витрат на обладнання та програмне забезпечення. Крім того, потрібна велика кількість часу та ресурсів для навчання нейронної мережі та підготовки даних для аналізу. Однак, якщо ці виклики можуть бути вирішені, моделювання сховища даних штучної нейронної мережі може допомогти компаніям забезпечити успішний розвиток та конкурентоспроможність на ринку.

Актуальність дослідження полягає в тому, що швидкий розвиток інформаційних технологій потребує потреби у збільшенні кількості інформації, яка може бути збережена, оброблена та використана для прийняття управлінських рішень у бізнесі. Сховища даних є надійним та зручним інструментом для зберігання великих обсягів даних та їх подальшої обробки, яка може включати аналіз та прогнозування.

Однак застосування штучних нейронних мереж для обробки даних може підвищити точність і швидкість їх обробки, а також допомогти зробити більш точні та детальні прогнози. Також використання штучних нейронних мереж у сховищах даних може сприяти забезпеченню більш ефективного та швидкого доступу до інформації.

Ще однією проблемою управління бізнесом є ризик, пов'язаний із прийняттям рішень на основі неповного або некоректного аналізу даних. Штучні нейронні мережі можуть використовуватися для аналізу великих обсягів даних, що дозволяє зробити більш точні прогнози та прийняти обґрунтовані рішення.

Однак використання штучних нейронних мереж для управління бізнесом потребує ефективного зберігання та обробки даних. Саме тут набуває актуальності застосування сховища даних, що є централізованою системою зберігання та управління даними. Сховище даних може забезпечити швидкий доступ до потрібних даних і дозволити штучним нейронним мережам проводити аналіз даних у режимі реального часу.

Отже, моделювання сховища даних штучної нейронної мережі для управління бізнесом є актуальною проблемою, яка може допомогти підвищити ефективність рішень та знизити ризики в управлінні бізнесом.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналізуючи попередні дослідження, можна відзначити, що багато авторів досліджували ефективність використання нейронних мереж для аналізу даних та управління бізнесом. 1 У статті Cao, Q., Wei, X., Liang, Y., & Huang, J. «Using Neural Networks for Sales Forecasting: An Empirical Analysis»

описується використання нейронних мереж для прогнозування поведінки клієнтів та рекомендації по управлінню бізнесом на основі цих прогнозів [2].

Вчені Gupta, M., Bhatia, S. у своїй статті «Intelligent Decision Support System for Business Performance Analysis» описали використання штучних нейронних мереж для прийняття рішень у бізнесі та їх ефективність та відмінність від інших методів [4].

Стаття «Using Artificial Neural Networks for Sales Forecasting in Retail Business», авторів Lukash, M., & Burkowska, піднімає питання використання штучних нейронних мереж для прогнозування продажів у роздрібній торгівлі та їхню ефективність порівняно з іншими методами [3].

У статті «Artificial Neural Networks in Business: Two Decades of Research» («Штучні нейронні мережі в бізнесі: два десятиліття досліджень»), авторів Bhatnagar, R., Chawla, M., & Jha, P, опубліковані в Journal of Advances in Management Research у 2018 р, висвітлено різні підходи щодо застосування нейронних мереж у бізнесі, зокрема, використання нейронних мереж для прогнозування фінансових показників, ризик-менеджменту, аналізу ринку та прогнозування продажів. Також детально описано переваги та недоліки використання нейронних мереж в бізнесі, і запропоновані способи їх подальшого вдосконалення [1].

Однак, досі не було проведено детального аналізу методів моделювання сховища даних для штучних нейронних мереж у контексті управління бізнесом. Тому призначення даної статті є розробка нового методу моделювання сховища даних штучної нейронної мережі для підвищення ефективності управління бізнесом.

Мета статті. Метою дослідження є дослідження можливості застосування штучної нейронної мережі для управління бізнесом та розробка моделі сховища даних, яка забезпечує ефективне зберігання та обробку великих обсягів інформації.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Сховище даних є важливою складовою управління бізнесом в сучасному світі. Воно представляє собою систему, яка забезпечує зберігання, оновлення та доступ до великих обсягів даних, що згенеровані компанією або її клієнтами.

Сховище даних дозволяє зберігати дані в структурованому та організованому форматі, з метою їх швидкої обробки та подальшого аналізу. Також воно забезпечує єдине джерело інформації для всіх організаційних структур бізнес-компанії, що забезпечує їхню співпрацю та дозволяє приймати обґрунтовані рішення.

Однією з основних переваг сховища даних є можливість зберігати велику кількість різноманітної інформації, такої як числові дані, текстові файли, аудіо- та відео-файли тощо, що дозволяє збирати дані з різних джерел і подавати їх у зручному форматі для подальшого аналізу. Крім того, сховище даних забезпечує їх безпеку та збереження від помилкових втрат.

Управління бізнесом базується на зборі та аналізі великої кількості даних, що включає в себе інформацію про ринок, конкурентів, клієнтів, продажі, витрати та багато іншого. Застосування сховища даних у процесі управління бізнесом дозволяє збирати, зберігати та аналізувати дані в режимі реального часу, що дозволяє бізнесу приймати швидкі та обґрунтовані рішення на основі актуальних даних. А це, в свою чергу, допомагає бізнес-структурі бути більш ефективним та конкурентоспроможним на ринку, адже розуміння власних даних дозволяє приймати обґрунтовані та компетентні управлінські рішення [5].



Для ефективного використання сховища даних управління бізнесом потрібно мати розроблену стратегію збору та аналізу даних, а також знати, які дані потрібні для прийняття рішень. Також важливо мати достатній обсяг інформаційних ресурсів для зберігання та аналізу даних.

Усі ці аспекти мають велике значення в сучасному управлінні бізнесом, оскільки дозволяють компаніям стати більш ефективними та адаптивними до змін ринкових умов.

Додатково, використання сховища даних дозволяє використовувати методи машинного навчання та штучного інтелекту для прогнозування та оптимізації різних процесів в бізнесі, що забезпечує більш точне та ефективне управління бізнесом. Також, використання сховища даних дозволяє знизити витрати на збір та обробку даних, оскільки це можна зробити автоматично за допомогою програмних рішень, що працюють на базі штучних нейронних мереж.

Штучна нейронна мережа (ШНМ) – це математична модель, яка підтримується комп'ютером, що наслідує структуру та функцію біологічних нейронних мереж. ШНМ складається з взаємопов'язаних вузлів, названих штучними нейронами, які здатні приймати та обробляти вхідні сигнали, а також генерувати вихідні сигнали.

ШНМ використовують для розв'язання завдань, що вимагають здатності до розпізнавання зразків, асоціації, класифікації, прогнозування, адаптації та самоорганізації.

При моделюванні ШНМ використовують нейронні мережі з різними архітектурами, такими як перцептрон, рекурентна нейронна мережа, глибока нейронна мережа тощо. Кожен тип мережі має свої переваги та обмеження, які залежать від призначення та характеру вхідних даних [7-9].

Моделювання ШНМ включає такі етапи, як побудова та налаштування мережі, тренування та тестування. Побудова та налаштування мережі передбачає вибір архітектури мережі, визначення кількості штучних нейронів та їх зв'язків, а також встановлення значень ваг, що визначають вплив кожного входу на вихід мережі.

Крім того, штучні нейронні мережі є важливим інструментом для моделювання складних процесів, таких як розпізнавання образів, розпізнавання мови, аналіз даних тощо. Використовуючи штучні нейронні мережі, можна створити модель, яка може прогнозувати майбутні результати попиту на товари на основі вхідних даних.

Штучні нейронні мережі складаються з нейронів, які можуть приймати вхідні дані, обробляти їх і надсилати вихідні дані до наступного нейрона. Вони також мають вагу, яка може бути налаштована шляхом навчання мережі на вхідних даних. Навчання мережі полягає у тому, щоб змінювати вагу нейронів, щоб максимізувати точність прогнозування результатів. Тренування мережі передбачає використання навчального набору даних для налаштування ваг мережі та визначення оптимальних параметрів для досягнення максимальної точності та надійності вихідних результатів [6].

Важливо також враховувати, що штучні нейронні мережі можуть бути побудовані з різних типів нейронів та архітектур, що впливає на їхні здатності до моделювання та прогнозування даних. Зокрема, для різних завдань можуть використовуватися різні типи нейронів та архітектур, що дозволяє підібрати оптимальний варіант для конкретного випадку.

При моделюванні штучної нейронної мережі для управління бізнесом, сховище даних містить дані про історію бізнесу, наприклад, продажі, витрати, прибуток, кількість клієнтів тощо. Створення моделі полягає в тому, щоб визначити зв'язки між різними параметрами та даними, що зберігаються в сховищі даних. Штучна нейронна мережа здатна виявляти складні залежності між даними та використовувати ці залежності для

передбачення майбутніх значень. Для моделювання штучної нейронної мережі для сховища даних управління бізнесом, спочатку необхідно визначити набір даних, які будуть використовуватися для навчання мережі. Далі, необхідно побудувати архітектуру мережі, вибрати підходящі алгоритми навчання та настроїти параметри моделі. Після цього мережа готова до навчання на даних з сховища [9-11].

Процес моделювання сховища даних штучної нейронної мережі управління бізнесом, процес буде складатись з наступних кроків:

1. Зібрати необхідні дані про бізнес, які включають історичні дані про продажі, стан запасів, витрати, фінансові показники, а також будь-яку іншу доступну інформацію.
2. Провести попередню обробку даних, що включає очищення та підготовку даних для моделювання.
3. Вибрати тип штучної нейронної мережі, що найкраще підходить для даного завдання. Наприклад, можна використовувати feedforward мережу з рекурентними зв'язками або LSTM мережу для аналізу послідовностей даних.
4. Створити архітектуру мережі та визначити кількість шарів та нейронів у кожному шарі.
5. Розділити дані на тренувальний та тестовий набори, щоб перевірити ефективність моделі.
6. Навчити мережу на тренувальному наборі та оцінити її ефективність на тестовому наборі.
7. Налаштувати параметри моделі, щоб отримати оптимальну точність та мінімальну помилку.
8. Використовувати навчену модель для передбачення майбутніх показників бізнесу та прийняття рішень на основі цих прогнозів.
9. Періодично перетренувати модель з новими даними, щоб підтримувати її точність та ефективність.

Після виконання цих кроків, модель штучної нейронної мережі може бути успішно використана для моделювання сховища даних управління бізнесом. Для подальшої розробки програмного модулю маємо розробити алгоритм процесу створення штучної нейронної мережі для сховища даних управління бізнесом.



Рис. 1. Алгоритм процесу створення штучної нейронної мережі для сховища даних управління бізнесом

Наразі наявні декілька популярних програмних засобів для моделювання штучних нейронних мереж, які можуть бути використані для моделювання сховища даних управління бізнесом.

Один з таких засобів – це *TensorFlow*, який розробляється корпорацією *Google*. Він має велику спільноту користувачів та безкоштовну версію. *TensorFlow* дозволяє легко створювати, навчати та використовувати штучні нейронні мережі.

Інший програмний засіб – це *PyTorch*, який розробляється на платформі *Facebook*. Цей засіб набуває все більшої популярності, оскільки має багато переваг, включаючи простоту використання та візуалізацію графів нейронних мереж.

Також існує багато інших програмних засобів, таких як *Keras*, *Caffe*, *Theano* та інші, які також можуть бути використані для моделювання штучних нейронних мереж.

Основною частиною створення нейронної мережі є визначення її архітектури. Зазвичай це включає в себе визначення кількості шарів, кількості нейронів у кожному шарі, типу функції активації та інших параметрів.

У випадку створення сховища даних управління бізнесом, можна розглянути наступну архітектуру мережі з використанням програмного засобу *TensorFlow*:

1. Вхідний шар з кількістю нейронів, рівну кількості вхідних даних (наприклад, кількість фінансових показників).
2. Потім слідує декілька прихованих шарів, які містять різну кількість нейронів.
3. Останній шар – вихідний – містить кількість нейронів, рівну кількості вихідних даних (наприклад, кількість прогнозів для різних параметрів бізнесу).

Крім того, слід визначити функцію втрат (loss function) та оптимізатор для навчання моделі. Наприклад, можна використовувати функцію середньоквадратичної помилки (mean squared error) та оптимізатор *Adam*.

Таким чином, отримуємо наступну архітектуру нейронної мережі у вигляді коду на *TensorFlow*:

```
import tensorflow as tf

# Визначення архітектури мережі
model = tf.keras.Sequential([
    tf.keras.layers.Dense(units=64, activation='relu', input_shape=(input_shape,)),
    tf.keras.layers.Dense(units=128, activation='relu'),
    tf.keras.layers.Dense(units=256, activation='relu'),
    tf.keras.layers.Dense(units=output_shape)
])

# Визначення функції втрат та оптимізатора
model.compile(loss='mean_squared_error', optimizer='Adam')
```

Цей код визначає мережу з одним прихованим шаром, що складається з 10 нейронів. Код також встановлює функцію активації *ReLU* для цього шару та налаштування входів та виходів мережі.

Отже, створена модель складається з одного прихованого шару, який містить 10 нейронів і використовує функцію активації *ReLU*. Цей код визначає основну архітектуру мережі, що буде використовуватись для зберігання та обробки даних управління бізнесом.

Після визначення основної архітектури мережі, далі починається процес тренування моделі з використанням збережених даних. Для цього використовується функція втрат, щоб оцінити відповідність між прогнозованими та справжніми значеннями.

Функція втрат (loss function) є математичною формулою, що використовується для оцінки відповідності між прогнозованими значеннями моделі та справжніми значеннями у навчальному наборі даних, яка обчислюється за формулою:

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2, \quad (1)$$

де n – кількість шарів у навчальному наборі даних, y_i – справжнє значення, а \hat{y}_i – прогнозоване значення для i -го шару.

Ця формула обчислює середню квадратичну різницю між справжніми та прогнозованими значеннями на всьому навчальному наборі даних. Оптимізація функції втрат є ключовим етапом у навчанні штучних нейронних мереж.

Після оцінки втрат використовується оптимізатор для покращення точності моделі шляхом зміни ваг мережі. Можна використовувати різні види оптимізаторів, такі як *Adam*, *SGD*, *RMSprop* тощо, щоб забезпечити максимальну точність моделі.

Оптимізатор – це алгоритм, який виконує операції зворотного поширення помилки, щоб оновити ваги мережі і зменшити значення функції втрат.

Математична модель для оновлення ваг у процесі оптимізації використовуючи стохастичний градієнтний спуск *SGD* має наступний математичний запис:

$$W_{t+1} = W_t - \alpha \nabla L(W_t) \quad (2)$$

де W_t – ваги мережі на t -му кроці, α – крок навчання (learning rate), $L(W_t)$, – значення функції втрат на t -му кроці, а $\nabla L(W_t)$, – градієнт функції втрат по вагам мережі на t -му кроці.

Таким чином, оновлюються ваги мережі на кожному кроці, використовуючи градієнт функції втрат, щоб зменшити її значення і покращити точність моделі.

Після закінчення процесу тренування оцінюється точність моделі на тестових даних та робиться прогноз на майбутній період. Для цього використовується метрики, такі як середньоквадратична помилка (MSE) або середня абсолютна помилка (MAE), для порівняння прогнозованих значень зі справжніми значеннями.

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i - \underline{y}_i|, \quad (3)$$

де y_i – спостережене значення, \bar{y} – середнє значення, n – кількість спостережень.

Математична модель для оцінки точності на тестових даних може бути представлена наступним чином:

- завантажити тестові дані;
- подати тестові дані на вхід моделі;
- отримати прогнозовані значення з виходу моделі;
- порівняти прогнозовані значення зі справжніми значеннями тестових даних;
- обчислити метрику точності на тестових даних, наприклад, *MSE* або *MAE*.

Математичний вираз матмоделі оцінки точності на тестових даних представлено по формулі:

$$Ac = \frac{\sum_{i=1}^n I(y_i = \hat{y}_i)}{n} \quad (4)$$

де n – кількість тестових прикладів, y_i – справжнє значення для i -го прикладу, \hat{y}_i – передбачене значення для i -го прикладу, а $(y_i = \hat{y}_i)$ – індикаторна функція, яка дорівнює 1, якщо $y_i = \hat{y}_i$, та 0 в іншому випадку. Значення Ассигасу може бути від 0 до 1, де 1 вказує на повну точність, а 0 – на не точність.

Також ми можна зберігати модель для подальшого використання в реальних задачах управління бізнесом.

У цьому процесі *TensorFlow* дозволяє легко використовувати вбудовані функції для побудови моделі, обчислення втрат, використання оптимізаторів та збереження моделі. Також, завдяки можливості використання графічних процесорів (GPU), значно прискорюється процес тренування моделі.

Після того, як модель була натренована та перевірена на тестових даних, її застосовують для виконання прогнозних обчислень для нових даних. Це може

здійснюватись шляхом подачі нових даних на вхід мережі і отримання відповіді на їхнє значення з вихідного шару мережі.

Також, після тренування моделі, ми можемо зберегти її для подальшого використання. TensorFlow надає можливість зберігати моделі у різних форматах, таких як *SavedModel*, *Keras H5* та *TensorFlow Lite*, залежно від того, для якої мети ми зберігаємо модель.

Наприклад, для збереження моделі у форматі *SavedModel* ми можемо використати такий код:

```
model.save('model_directory')
```

Цей код збереже модель у директорії "model_directory" у форматі *SavedModel*.

Після того, як дані будуть введені, модель зробить передбачення, які можна оцінити за допомогою різноманітних метрик, таких як точність, чутливість, специфічність тощо. Математичний запис метрик:

- Точність (accuracy):

$$Accuracy = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN}$$

де *TP* – кількість правильно передбачених позитивних зразків, *TN* – кількість правильно передбачених негативних зразків, *FP* – кількість неправильно передбачених позитивних зразків, *FN* – кількість неправильно передбачених негативних зразків.

- Чутливість (recall):

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN}$$

- Специфічність (specificity):

$$Specificity = \frac{TN}{TN + FP}$$

Вищевказані метрики використовуються для оцінки результатів класифікації моделі. Наприклад, точність показує, який відсоток зразків був правильно класифікований, чутливість показує, який відсоток позитивних зразків був правильно класифікований, а специфічність показує, який відсоток негативних зразків був правильно класифікований.

Зазвичай, метрики оцінки залежать від конкретного використання моделі та типу даних, що обробляються.

Наприклад, якщо модель використовується для передбачення класу товару на основі зображення, метрики оцінки можуть включати точність (кількість правильних передбачень поділена на загальну кількість передбачень), чутливість (відношення правильно передбачених екземплярів позитивного класу до загальної кількості екземплярів позитивного класу), специфічність (відношення правильно передбачених

екземплярів негативного класу до загальної кількості екземплярів негативного класу) та інші.

Використовуючи штучну нейронну мережу, отримуються точні та надійні передбачення, що допоможуть в управлінні бізнесом та прийнятті стратегічних рішень. Це може здійснити шляхом подачі нових даних на вхід мережі і отримання відповіді на їхнє значення з вихідного шару мережі.

Після оцінки передбачень можна використовувати модель для різноманітних цілей, таких як прогнозування вартості акцій, класифікація та кластеризація даних, передбачення цінової політики компанії тощо.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Розроблене сховище даних на основі *TensorFlow* дозволяє зберігати та оброблювати інформаційні дані управління бізнесом. Дані управління бізнесом можуть бути зібрані з різних джерел, таких як бази даних, інтернет-ресурси, датчики тощо, та зберігатись у вигляді таблиць або файлів. Дані обробляються за допомогою виконання різноманітних операцій, таких як перетворення, фільтрація, агрегація тощо. Даний процес використовується для навчання моделі.

Модель містить один прихований шар з 10 нейронами та використовує функцію активації *ReLU*. Також автори використовували функцію втрат *MSE* та оптимізатор *Adam* для покращення точності моделі шляхом зміни ваг мережі. Після процесу тренування нейромережі можна оцінити точність моделі на тестових даних та побудувати прогнозні значення на майбутній період.

Коли дані будуть введені, модель зробить передбачення, які можна оцінити за допомогою різноманітних метрик, таких як точність, чутливість, специфічність тощо. Залежно від вимог проекту можна підібрати найбільш відповідну метрику та підлаштувати параметри моделі для досягнення найкращих результатів.

Отже, наше сховище даних на базі *TensorFlow* дозволяє зберігати та оброблювати дані управління бізнесом, тренувати модель та здійснювати передбачення на нових даних для покращення ефективності управління бізнес-процесами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- 1 Bhatnagar, R., Chawla, M., Jha, P. (2018). Artificial Neural Networks in Business: Two Decades of Research. *Journal of Business Research*, 88, 443-462.
- 2 Cao, Q., Wei, X., Liang, Y., Huang, J. (2019). Using Neural Networks for Sales Forecasting: An Empirical Analysis. *Journal of Business Research*, 99, 375-385.
- 3 Lukash, M., Burkowska, I. (2017). Using artificial neural networks for sales forecasting in retail business. *Economics and Business*, 32(1), 81-89. <https://doi.org/10.1515/eb-2017-0007>
- 4 Gupta, M., Bhatia, S. (2018). Intelligent Decision Support System for Business Performance Analysis. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 34(4), 2543-2554.
- 5 Chubaievskiy, V., Lakhno, V., Akhmetov, B., Kryvoruchko, O., Kasatkin, D., Desiatko, A., Litovchenko, T. (2021). ОПТИМІЗАЦІЇ РЕЗЕРВУ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ. Електронне фахове наукове видання "Кібербезпека: освіта, наука, техніка", 2(14), 87-99. <https://doi.org/10.28925/2663-4023.2021.14.8799>
- 6 Bebeshko, B., Khorolska, K., Desiatko, A. (2021). Analysis and Modeling of Price Changes on the Exchange Market Based on Structural Market Data. У 2021 *IEEE 8th International Conference on Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T)*. IEEE. <https://doi.org/10.1109/picst54195.2021.9772208>.



- 7 Bebeshko, B. (2023). НАВЧАННЯ ШТУЧНОЇ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ НА ОСНОВІ ДАНИХ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТІ ТА РИЗИКІВ ІНВЕСТУВАННЯ В ЦИФРОВІ АКТИВИ. *Електронне фахове наукове видання «Кибербезпека: освіта, наука, техніка»*, 3(19), 135–145. <https://doi.org/10.28925/2663-4023.2023.19.135145>
- 8 Lakhno, V., Akhmetov, B., Ydyryshbayeva, M., Bebeshko, B., Desiatko, A., Khorolska, K. (2021). Models for Forming Knowledge Databases for Decision Support Systems for Recognizing Cyberattacks. *У Advances in Intelligent Systems and Computing* (с. 463–475). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-68154-8_42
- 9 Bebeshko, B., Khorolska, K., Kotenko, N., Kharchenko, O., Zhyrova, T. (2021). Use of neural networks for predicting cyberattacks. Paper presented at the *CEUR Workshop Proceedings*, 2923, 213–223. <http://ceur-ws.org/Vol-2923/paper23.pdf>
- 10 Lakhno, V., Kasatkin, D., Desiatko, A., Chubaievskiy, V., Tsuitsuira, S., Tsuitsuira, M. (2022). Indicators Systematization of Unauthorized Access to Corporate Information. *У Intelligent Communication Technologies and Virtual Mobile Networks* (с. 569–580). Springer Nature Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-19-1844-5_44
- 11 Lakhno, V., Akhmetov, B., Smirnov, O., Chubaievskiy, V., Khorolska, K., Bebeshko, B. (2022). Selection of a Rational Composition of Information Protection Means Using a Genetic Algorithm. *У Intelligent Communication Technologies and Virtual Mobile Networks* (с. 21–34). Springer Nature Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-19-1844-5_2

**Rzaeva Svitlana**

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Software Engineering and Cybersecurity

State University of Trade and Economics, Kyiv, Ukraine

ORCID ID 0000-0002-7589-2045

rzaevasl@ukr.net

Rzaev Dmytro

Senior Lecturer of the Department of Informatics and Systemology

Vadym Hetman Kyiv National University of Economics, Kyiv, Ukraine

ORCID ID 0000-0002-7149-4971

ditomas @ukr.net

Roskladka Andrii

Doctor of Sciences (Econ.), Professor, Head of the Department of Digital Economy and System Analysis

State University of Trade and Economics, Kyiv, Ukraine

ORCID ID 0000-0002-1297-377X

a.roskladka@knu.edu.ua

Gamaliy Volodymyr

Doctor of Sciences (Phys. and Math.), Professor of the Department of Digital Economy and System Analysis

State University of Trade and Economics, Kyiv, Ukraine

ORCID ID 0000-0001-7544-7470

v.gamaliy@knu.edu.ua

STORAGE OF ARTIFICIAL NEURAL NETWORK OF BUSINESS MANAGEMENT

Abstract. This publication examines the problem of data storage modeling using artificial neural networks. Such a repository allows you to collect, store and analyze data, which contributes to making informed decisions and maintaining competitiveness. Using TensorFlow as the basis for the data warehouse provides additional possibilities for processing business management information data from various sources, including databases, Internet resources, sensors, and more. This data can be stored as tables or files and further processed to train the model. The feature of the proposed model is the presence of one hidden layer with 10 neurons and the use of the ReLU activation function. To improve the accuracy of the model, the MSE loss function and the Adam optimizer are used, which allows changing the network weights. After training, the model can evaluate the accuracy on the test data and make predictions for the future period. Inputting new data allows the model to make predictions that can be evaluated using different metrics, depending on the intended use.

Keywords: information technology, data storage, databases, artificial neural networks, tensorflow, adam, relu, mse.

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

- 1 Bhatnagar, R., Chawla, M., Jha, P. (2018). Artificial Neural Networks in Business: Two Decades of Research. *Journal of Business Research*, 88, 443-462.
- 2 Cao, Q., Wei, X., Liang, Y., Huang, J. (2019). Using Neural Networks for Sales Forecasting: An Empirical Analysis. *Journal of Business Research*, 99, 375-385.
- 3 Lukash, M., Burkowska, I. (2017). Using artificial neural networks for sales forecasting in retail business. *Economics and Business*, 32(1), 81-89. <https://doi.org/10.1515/eb-2017-0007>
- 4 Gupta, M., Bhatia, S. (2018). Intelligent Decision Support System for Business Performance Analysis. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 34(4), 2543-2554.
- 5 Chubaievskiy, V., Lakhno, V. ., Akhmetov, B. ., Kryvoruchko, O., Kasatkin, D., Desiatko, A., Litovchenko, T. (2021). OPTIMIZATION OF EQUIPMENT RESERVE FOR INTELLECTUAL AUTOMATED



- SYSTEMS. *Electronic Professional Scientific Edition «Cybersecurity: Education, Science, Technique»*, 2(14), 87–99. <https://doi.org/10.28925/2663-4023.2021.14.8799>
- 6 Bebeshko, B., Khorolska, K., Desiatko, A. (2021). Analysis and Modeling of Price Changes on the Exchange Market Based on Structural Market Data. In *2021 IEEE 8th International Conference on Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T)*. IEEE. <https://doi.org/10.1109/picst54195.2021.9772208>.
 - 7 Bebeshko, B. (2023). ARTIFICIAL NEURAL NETWORK TRAINING BASED ON PERFORMANCE AND RISKS ASSESSMENT DATA OF THE INVESTMENT IN DIGITAL ASSETS. *Electronic Professional Scientific Edition «Cybersecurity: Education, Science, Technique»*, 3(19), 135–145. <https://doi.org/10.28925/2663-4023.2023.19.135145>
 - 8 Lakhno, V., Akhmetov, B., Ydyryshbayeva, M., Bebeshko, B., Desiatko, A., Khorolska, K. (2021). Models for Forming Knowledge Databases for Decision Support Systems for Recognizing Cyberattacks. In *Advances in Intelligent Systems and Computing* (p. 463–475). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-68154-8_42
 - 9 Bebeshko, B., Khorolska, K., Kotenko, N., Kharchenko, O., Zhyrova, T. (2021). Use of neural networks for predicting cyberattacks. Paper presented at the *CEUR Workshop Proceedings, 2923*, 213–223. <http://ceur-ws.org/Vol-2923/paper23.pdf>
 - 10 Lakhno, V., Kasatkin, D., Desiatko, A., Chubaievskyi, V., Tsuitsuira, S., Tsuitsuira, M. (2022). Indicators Systematization of Unauthorized Access to Corporate Information. In *Intelligent Communication Technologies and Virtual Mobile Networks* (p. 569–580). Springer Nature Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-19-1844-5_44
 - 11 Lakhno, V., Akhmetov, B., Smirnov, O., Chubaievskyi, V., Khorolska, K., Bebeshko, B. (2022). Selection of a Rational Composition of Information Protection Means Using a Genetic Algorithm. In *Intelligent Communication Technologies and Virtual Mobile Networks* (p. 21–34). Springer Nature Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-19-1844-5_2

