

УДК 681.3

ПРОГНОЗУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ РОБОТИ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА ЗАСОБАМИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ (НЕЙРОМЕРЕЖА JULIUS).

Алексєєвець Аліна, Гуртовий Юрій

**Науковий керівник: кандидат фізико-математичних наук, доцент
кафедри математики та цифрових технологій Гуртовий Ю.В.**

*Центральноукраїнський державний університет імені Володимира
Винниченка, м. Кропивницький, Україна*

У науковій статті проведено аналіз застосування штучного інтелекту для покращення прогнозування та ухвалення рішень у сфері управління підприємствами. Представлено огляд алгоритмів машинного навчання, нейронних мереж та методів обробки великих даних, які сприяють оптимізації бізнес-процесів, ефективному управлінню запасами та мінімізації ризиків. Особливу увагу приділено стратегічній ролі штучного інтелекту у підвищенні результативності управління в умовах сучасного динамічного середовища.

Ключові слова: *прогнозування, штучний інтелект.*

Forecasting the results of work of the enterprise activities by means of artificial intelligence

A. Aliksieievets, Yu. Hurtovyi

***Academic supervisor: Candidate of Physical and Mathematical Sciences, teacher
of the Department of Mathematics and Digital Technologies Gurtovy Yu. V.***

*Volodymyr Vynnychenko Central Ukrainian State University,
Kropyvnytsky, Ukraine*

The scientific article analyzes the use of artificial intelligence to improve forecasting and decision-making in the field of enterprise management. An overview of machine learning algorithms, neural networks, and big data processing methods that contribute to the optimization of business processes, effective inventory management, and risk minimization is presented. Particular attention is paid to the strategic role of artificial intelligence in increasing management effectiveness in a modern dynamic environment.

Keywords: *forecasting, artificial intelligence.*

Постановка проблеми. У сучасному світі підприємства та компанії стикаються з конкуренцією та постійними змінами на ринку, що спонукає їх до прийняття швидких та ефективних рішень. Проте, щоб забезпечити стійкий розвиток та конкурентоспроможність, необхідно аналізувати велику кількість даних та відповідно робити прогнозування на майбутнє. Традиційні методи прогнозування (статистичний аналіз, експертні оцінки, тощо) можуть не давати швидкого та точного прогнозування, оскільки не враховують складність факторів, що впливають на результати діяльності підприємства. Відповідно, постає проблема в застосуванні штучного інтелекту, який може автоматизувати аналіз, виявляти приховані закономірності та прогнозувати результати з більш високою точністю.

Впровадження штучного інтелекту у прогнозування діяльності підприємства супроводжується певними викликами – необхідність пристосування до унікальних характеристик бізнес-процесів та обробка значних обсягів різноманітних даних.

Отже, основна проблема полягає у визначенні оптимальних методів використання штучного інтелекту для прогнозування результатів діяльності підприємства. Це включає розробку алгоритмів, які враховують специфіку галузі, а також оцінку їх ефективності у реальному робочому середовищі. Такий підхід сприятиме покращенню точності прогнозів, оптимізації процесів прийняття рішень і підвищенню конкурентоспроможності компаній на ринку.

Аналіз досліджень і публікацій. Передбачення результатів діяльності підприємств за допомогою штучного інтелекту стає все більш важливим у контексті технологічного розвитку і необхідності точних прогнозів. Дослідження зосереджуються на створенні алгоритмів машинного навчання і нейронних мереж для прогнозування показників підприємств. Ключове значення має інтеграція штучного інтелекту в бізнес-аналітиці з метою розробки адаптивних моделей. Якість даних безпосередньо впливає на точність прогнозів, а також викликає актуальні етичні питання, такі як

конфіденційність і упередженість. Штучний інтелект сприяє покращенню точності фінансового планування і управлінню ризиками.

В даній статті буде проаналізована саме діяльність підприємства ТОВ «НОВА ПОШТА». Штучний інтелект здатний аналізувати значні обсяги даних, покращуючи точність прогнозів у різних аспектах діяльності компанії. Це охоплює оптимізацію маршрутів, управління ланцюгами постачання та прогнозування попиту. Як результат, компанії можуть ефективніше використовувати свої ресурси, скорочувати витрати, уникати затримок і підвищувати якість обслуговування клієнтів. Ключову роль у впровадженні штучного інтелекту відіграють алгоритми машинного навчання. Вони здатні аналізувати історичні дані, виявляти приховані закономірності та прогнозувати майбутні потреби. Для "Нової Пошти" це може означати передбачення пікових періодів замовлень, визначення найбільш навантажених маршрутів доставки чи оптимізацію складування. Використання нейронних мереж і моделей глибинного навчання також допомагає прогнозувати можливі затримки або зміни в попиті, що сприяє прийняттю більш обґрунтованих управлінських рішень. Штучний інтелект також сприяє автоматизації робочих процесів, зокрема в сортуванні та відстеженні вантажів, що знижує ризик людських помилок і підвищує точність та швидкість обробки замовлень. Чат-боти на базі штучного інтелекту можуть покращити взаємодію з клієнтами, забезпечуючи своєчасну відповідь на запити та вирішення проблем без залучення операторів. Таким чином, інтеграція штучного інтелекту в логістичні процеси ТОВ "Нова Пошта" не лише дозволяє прогнозувати результати діяльності, але й значно покращує загальну ефективність роботи компанії.

Мета статті: Дослідити і обґрунтувати використання методів штучного інтелекту. Особлива увага буде приділена штучним нейронним мережам та іншим алгоритмам машинного навчання. В процесі дослідження буде проаналізовано ефективність різних підходів штучного інтелекту, їхній

вплив на точність прогнозування, а також створено аналіз та прогноз собівартості реалізованої продукції підприємства ТОВ «НОВА ПОШТА».

Виклад основного матеріалу (результатів) дослідження. Штучний інтелект є галуззю комп'ютерних наук, що розробляє системи для вирішення завдань, які зазвичай потребують людського інтелекту. Методи ШІ використовуються в різних сферах, від написання текстів до наукових досліджень. Основні методи ШІ включають машинне навчання, нейронні мережі, глибоке навчання, алгоритми ансамблів та кластеризацію, кожна з яких має свої підгрупи (рис.1).

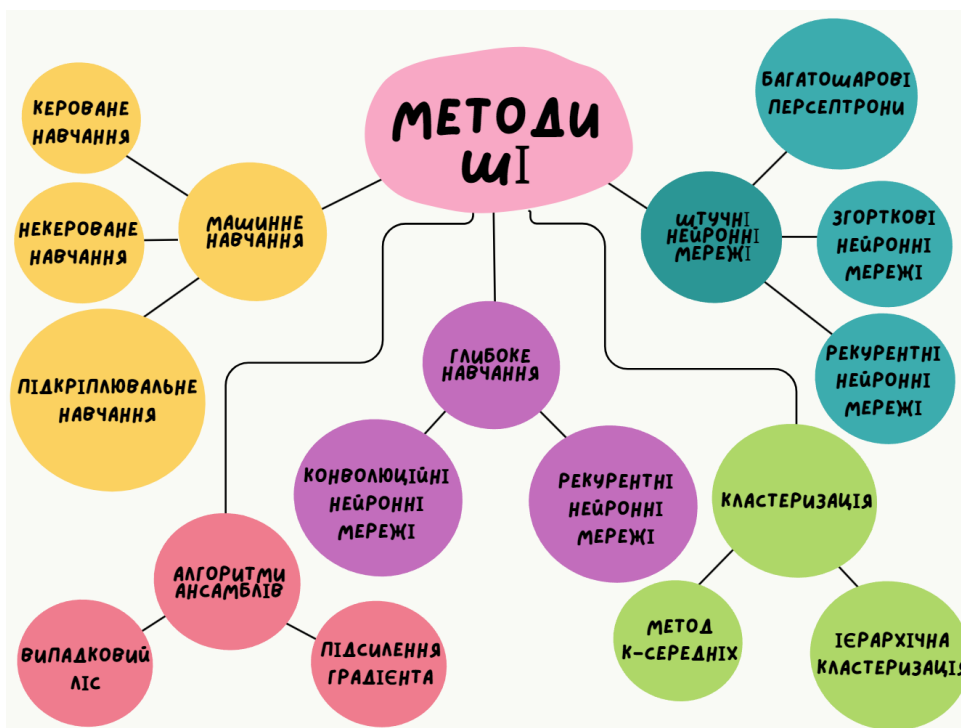


Рис.1. Методи ШІ

Машинне навчання (ML) – це частина штучного інтелекту, яка займається створенням алгоритмів, що дають змогу системам самостійно навчатися на основі даних та покращувати свої прогнози або ухвалення рішень без потреби в явному програмуванні. Машинне навчання можна розділити на кероване навчання (Supervised Learning) (використовує позначені дані для тренування моделей), некероване навчання (Unsupervised Learning) (працює з неструктурованими даними для виявлення закономірностей) та підкріплювальне навчання (Reinforcement Learning)

(взаємодіє з навколишнім середовищем, отримуючи винагороди за здійснені дії). [1]

Штучні нейронні мережі (ШНМ) – це одна з ключових технологій у сфері штучного інтелекту, яка намагається відтворити роботу людського мозку, особливо його здатність до навчання та адаптації. Штучні нейронні мережі можна розділити на такі три групи як: багатошарові перцептрони (MLP) (класична модель з кількома шарами нейронів), згорткові нейронні мережі (CNN) (використовуються для обробки двовимірних даних, наприклад, зображень) та рекурентні нейронні мережі (RNN) (обробляють послідовні дані, наприклад, текст чи звукові сигнали). [3; 7]

Глибоке навчання – це підгалузь машинного навчання, яке застосовує багатошарові нейронні мережі для аналізу та моделювання складних структур і взаємозв'язків у великих обсягах даних. Глибоке навчання розділяється на такі групи: конволюційні (CNN) (для обробки зображень та відео) та рекурентні нейронні мережі (LSTM) (для роботи з послідовними даними). [3]

Алгоритми ансамблів – це методи машинного навчання, які об'єднують декілька базових моделей, з метою створення потужної моделі з підвищеною ефективністю. Існують такі групи алгоритмів ансамблів як: випадковий ліс (Random Forest) (використовує кілька дерев рішень) та підсилення градієнта (Gradient Boosting) (будує послідовні дерева рішень для покращення точності). [2]

Кластеризація – це метод некерованого навчання, призначений для класифікації даних відповідно до спільних характеристик, часто використовується в аналізі для виявлення природних груп чи кластерів у наборі даних. Можна виділити такі групи кластеризації як: метод k-середніх (збирає дані у певну кількість попередньо визначених кластерів) та ієрархічна кластеризація (конструює кластерне дерево, яке забезпечує більш детальну структурування даних). [1]

Узагальнивши методи ШІ, слід зазначити, що точність прогнозування залежить від якості й кількості даних, а також від регуляризації, яка запобігає перенавчанню. Прості моделі можуть не враховувати всю складність даних, а занадто складні — перенавчатись. Важливо знайти баланс для досягнення високої точності. [1-3; 5-8]

Кожен з цих методів застосовується в прогнозуванні роботи діяльності підприємства:

- машинне навчання:
 - кероване навчання – для прогнозування продажів, аналізу ефективності працівників та виявлення закономірностей у бізнес-даних;
 - некероване навчання – кластеризація клієнтів для сегментації ринку;
 - підкріплювальне навчання – оптимізація операційних процесів, таких як розподіл ресурсів;
- глибоке навчання:
 - багат шарові перцептрони – використовуються для моделювання складних залежностей у фінансових і виробничих процесах;
 - згорткові нейронні мережі – аналіз зображень для виявлення дефектів на виробництві;
 - рекурентні нейронні мережі – прогнозування тимчасових рядів (попит, продажі, рентабельність);
- кластеризація – застосовується для групування даних клієнтів або товарів за певними характеристиками;
- алгоритми ансамблів – використовуються підвищення точності прогнозів, виявлення аномалій, класифікації даних та оптимізації бізнес-процесів у діяльності підприємства.

Приклад. Для аналізу було взято підприємство Нова Пошта. Нова Пошта є однією з найбільш впливових і популярних логістичних компаній України, що розпочала свою діяльність у 2001 році. Основною спеціалізацією

компанії є надання послуг з перевезення та доставки посилок, важливих документів і великих вантажів на всій території країни. Завдяки впровадженню сучасних технологій і високим стандартам обслуговування, Нова Пошта гарантує швидке, надійне та якісне виконання своїх зобов'язань. Розгалужена мережа компанії включає тисячі відділень, які забезпечують легкий доступ до послуг для клієнтів у будь-якому населеному пункті, забезпечуючи можливість швидкого відправлення та отримання посилок у найвіддаленіших куточках України. Компанія здобула визнання завдяки впровадженню передових та сучасних рішень, орієнтованих на комфорт і потреби клієнтів. Одним із ключових нововведень стали поштомати, які значно спрощують процес отримання й відправлення посилок, дозволяючи клієнтам самостійно обирати зручний час і місце для обслуговування. Додатково до цього, можливість відстеження посилок у режимі реального часу, доступна через інтуїтивно зрозумілий мобільний додаток або веб-сайт, забезпечує клієнтам прозорість і постійний контроль за станом їхніх відправлень. Окрім надання традиційних логістичних послуг, компанія активно розширює свою географію, виходячи на міжнародний ринок і пропонуючи швидку та надійну доставку за межі України. Системний підхід до оптимізації сервісів, висока оперативність і постійна увага до якості обслуговування перетворили компанію на справжній еталон надійності та ефективності в українському логістичному секторі.

Проаналізуємо роботу діяльності підприємства ТОВ «НОВА ПОШТА», а саме аналіз та прогноз витрат на собівартість реалізованої продукції підприємства. Для аналізу було використано дані з офіційного сайту [4] та нейронну мережу Julius.

Проаналізувавши отримані дані, нейронна мережа створила графік (рис.2).

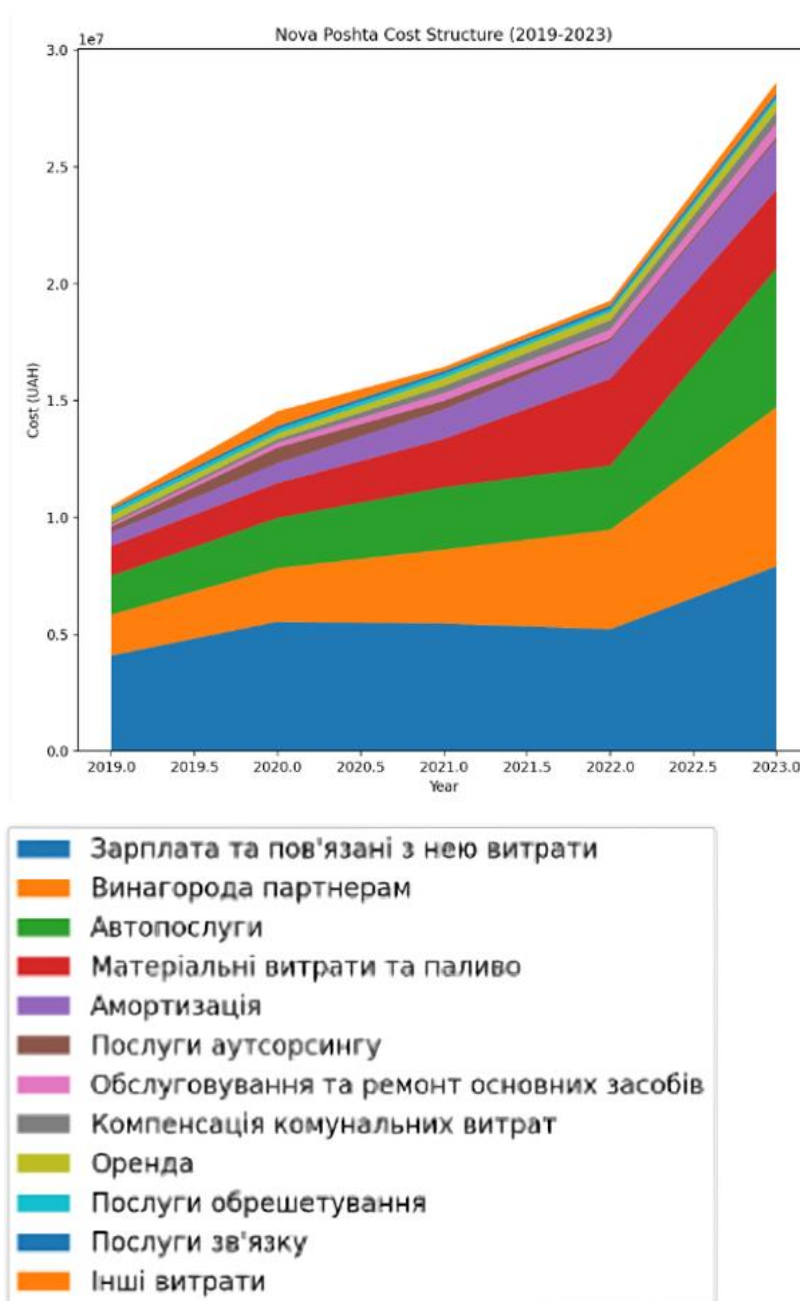


Рис.2. Структура витрат на період 2019-2023 років

Діаграма показує збільшення загальних витрат, причому деякі категорії зростають швидше.

На основі історичних даних та моделі ARIMA був створений прогноз загальних витрат у 2024 році: 33 005 406,70 грн.

Далі нейронна мережа розрахувала сукупний річний темп зростання (CAGR) – складний річний темп зростання (CAGR) за 2019-2023 роки: 28,48%, тобто загальні витрати підприємства зростали в середньому на

28,48% щороку протягом цього періоду, що свідчить про значне розширення діяльності компанії.

Проаналізувавши початкові дані, отримали дані, які демонструють, як змінилися витрати в різних категоріях з 2022 по 2023 рік (табл.1). Наприклад, загальні витрати зросли на 59,13%, а витрати на обслуговування та ремонт основних засобів збільшилися на 349,69%. Деякі категорії, такі як оренда та компенсація комунальних витрат, показали незначне зменшення.

*Таблиця 1.
Відсоткова зміна для кожної категорії
з 2022 по 2023 рік*

	2023
Total	59,13
Обслуговування та ремонт основних засобів	3,5
Інші витрати	2,12
Послуги зв'язку	0,01
Оренда	-0,1
Компенсація комунальних витрат	-0,1
Автопослуги	-0,13
Винагорода партнерам	-0,14
Амортизація	-0,36
Матеріальні витрати та паливо	-0,44
Послуги обрешетування	-0,68
Послуги аутсорсингу	-0,94
Зарплата та пов'язані з нею витрати	NULL

Останнім кроком нейронна мережа Julius створила прогноз на 2024 рік (табл.2), (рис.3).

*Таблиця 2.
Собівартості реалізованої продукції
ТОВ «НОВА ПОШТА»*

Зарплата та пов'язані з нею витрати	7839067,40
Винагорода партнерам	7280511,10
Автопослуги	5784383,00
Матеріальні витрати та паливо	4290608,70
Амортизація	2448400,40
Послуги аутсорсингу	66906,40
Обслуговування та ремонт основних засобів	658683,00
Компенсація комунальних витрат	615295,00
Оренда	475758,90

Послуги обрешетування	129255,10
Послуги зв'язку	172034,20
Інші витрати	408540,30

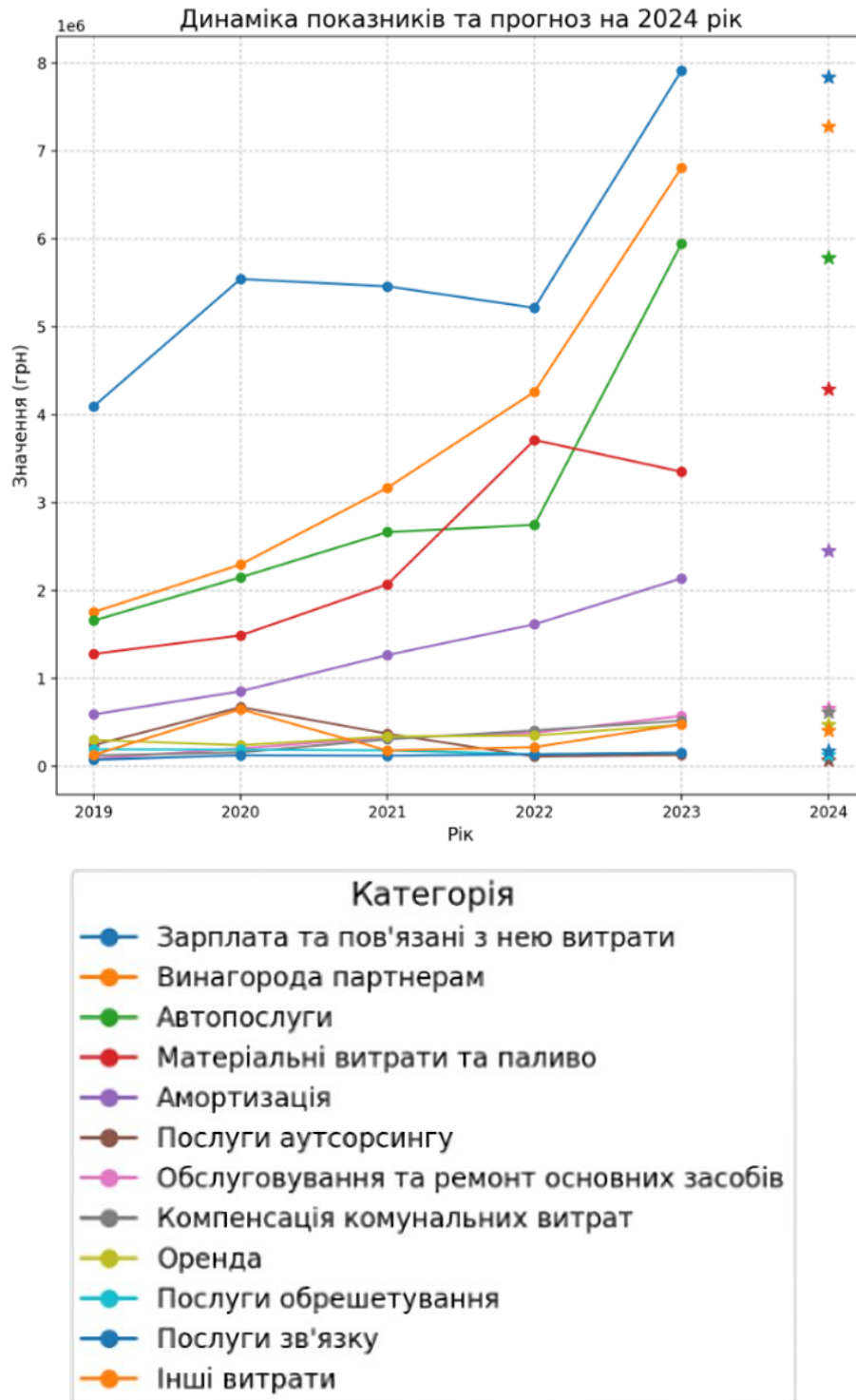


Рис.3. Динаміка показників та прогноз на 2024 рік

На графіку кожна лінія представляє окрему категорію витрат. Точки на лініях відповідають фактичним даним за 2019-2023 роки, а зірочки в кінці кожної лінії показують прогнозовані значення на 2024 рік.

Висновки та перспективи подальших пошуків у напрямі дослідження. Аналізуючи графік та прогнози, можна зробити наступні висновки:

- 1) Найбільше зростання очікується у категорії "Винагорода партнерам", що може свідчити про розширення партнерської мережі компанії.
- 2) "Зарплата та пов'язані з нею витрати" також показують значне зростання, що може бути пов'язано з розширенням штату або підвищенням заробітних плат.
- 3) "Автопослуги" демонструють стабільне зростання, що може бути пов'язано з розширенням автопарку компанії або збільшенням обсягів перевезень.
- 4) "Матеріальні витрати та паливо" показують помірне зростання, що може відображати оптимізацію витрат у цій категорії.
- 5) "Амортизація" також зростає, що може свідчити про інвестиції в нові основні засоби.
- 6) Інші категорії витрат показують менш значне зростання або навіть зниження (наприклад, "Послуги аутсорсингу").

Варто зазначити, що цей прогноз базується на лінійній регресії і не враховує можливі зовнішні фактори, такі як економічні кризи, зміни в законодавстві або стратегічні рішення компанії. Тому реальні показники можуть відрізнятись від прогнозованих.

Для більш точного прогнозу рекомендується враховувати додаткові фактори та використовувати більш складні моделі прогнозування, а також регулярно оновлювати прогноз з урахуванням нових даних та змін у бізнес-середовищі.

Список використаної літератури

1. Bishop, C. M. Pattern Recognition and Machine Learning. Springer New York. 2016. P. 778. Режим доступу:
<https://link.springer.com/book/9780387310732>
2. Breiman, L. Random Forests. Machine Learning. 2001. 45(1), 5-32. Режим доступу: <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1010933404324>
3. Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. Deep Learning. 2016. Режим доступу: <https://www.deeplearningbook.org/>
4. <https://novaposhta.ua/partners/id/11113>
5. LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. Deep learning. Nature. 2015. 521(7553), 436-444. Режим доступу: <http://surl.li/gkrvpq>
6. Rokach, L., & Maimon, O. Clustering Methods. In Data Mining and Knowledge Discovery Handbook. 2005. P. 321-352. Режим доступу: https://link.springer.com/chapter/10.1007/0-387-25465-X_15
7. Schmidhuber, J. Deep Learning in Neural Networks: An Overview, Neural Networks 2015. 61, 85-117. Режим доступу:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0893608014002135>
8. Що таке штучний інтелект? 2023. Електронний ресурс. Режим доступу:
<https://www.zfort.com.ua/blog/sho-take-shtuchnii-intelekt>

Відомості про автора:

Алексєєвць Аліна – студентка II курсу магістратури факультету математики, природничих наук та технологій Центральноукраїнського державного університету імені Володимира Винниченка, тел. +380995496598, e-mail: 11299539@cuspu.edu.ua